

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 9 月 29 日 (29.09.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/091377 A1

(51) 国際特許分類⁷: **H01L 29/786**, 51/00
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/006199
(22) 国際出願日: 2005 年 3 月 24 日 (24.03.2005)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2004-088077 2004 年 3 月 24 日 (24.03.2004) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立
行政法人科学技術振興機構 (JAPAN SCIENCE AND
TECHNOLOGY AGENCY) [JP/JP]; 〒3320012 埼玉県
川口市本町 4-1-8 Saitama (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鯉沼 秀臣
(KOINUMA, Hideomi) [JP/JP]; 〒1670051 東京都杉並
区荻窪 3-47-8 Tokyo (JP). 伊高 健治 (ITAKA,
Kenji) [JP/JP]; 〒2250002 神奈川県横浜市青葉区
美しが丘 2-17-41 Kanagawa (JP). 山城 貢
(YAMASHIRO, Mitsugu) [JP/JP]; 〒2270067 神奈川県

横浜市青葉区松風台 2-1-13-S205 Kanagawa
(JP).

(74) 代理人: 平山 一幸 (HIRAYAMA, Kazuyuki); 〒
1600022 東京都新宿区新宿 2-3-10 新宿御苑
ビル 6 階 Tokyo (JP).

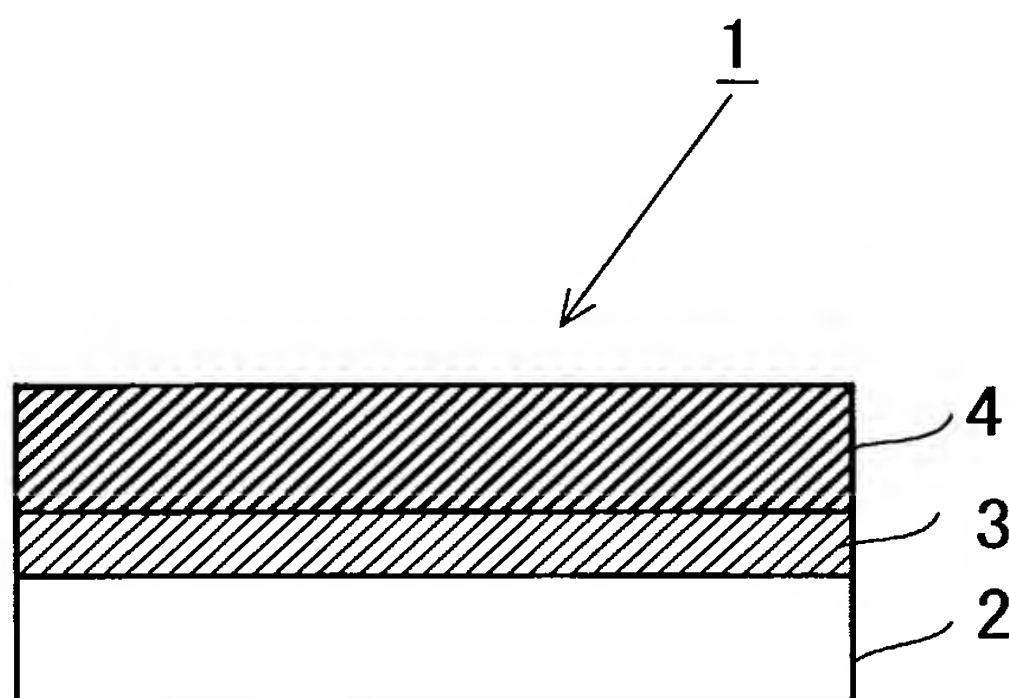
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,
NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: SUBSTRATE WITH ORGANIC THIN FILM, TRANSISTOR USING SAME, AND METHODS FOR PRODUCING THOSE

(54) 発明の名称: 有機薄膜を有する基板及びそれを用いたトランジスタ並びにそれらの製造方法



(57) Abstract: Disclosed is a substrate with an organic thin film wherein the organic thin film such as a C₆₀ film can be two-dimensionally grown. Also disclosed is a transistor using such a substrate. A substrate (1) with an organic thin film is obtained by sequentially forming a buffer layer (3) and an organic thin film (4) on a substrate (2) and having the organic thin film (4) oriented by the buffer layer (3). A layer which is likely to orient to the substrate (2) or the buffer layer (3) may be interposed between the substrate (2) and the buffer layer (3). A sapphire substrate can be used as the substrate (2); pentacene or fluorinated pentacene can be used for the buffer layer (3); and C₆₀ or rubrene can be used for the organic thin film (4). Consequently, there can be obtained a two-dimensional thin film of C₆₀ or rubrene having high quality. By using such a substrate (1) with an organic thin film, there can be realized a field effect transistor with

high performance.

(57) 要約: C₆₀などの有機薄膜を二次元成長できる有機薄膜を有する基板とそれを用いたトランジスタであって、基板 (2) 上に、バッファ層 (3) と有機薄膜 (4) とを順次積層し、バッファ層 (3) が有機薄膜 (4) を配向させ、有機薄膜を有する基板 (1) を構成する。基板 (2) とバッファ層 (3) との間に、基板 (2) やバッファ層 (3) と配向しやすい層を挿入してもよい。基板 (2) はサファイア基板、バッファ層 (3) はペンタセン又フッ素化ペンタセン、有機薄膜 (4) はC₆₀やルブレンを用いることができ、品質の高いC₆₀やルブレンの2次元薄膜を得ることができる。このような有機薄膜を有する基板 (1) を用いることで、性能の高い電界効果トランジスタを実現できる。

WO 2005/091377 A1



添付公開書類：
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

有機薄膜を有する基板及びそれを用いたトランジスタ
並びにそれらの製造方法技術分野

本発明は、有機薄膜を有する基板及びそれを用いたトランジスタ並びにそれらの製造方法に関する。

背景技術

近年、有機半導体を用いたデバイスの進歩は目覚ましいものがあり、有機半導体薄膜をチャネルとする電界効果トランジスタ（以下、単にFETと呼ぶ）の研究が鋭意進められている。これらのFETは、大部分がp型FETであり、n型FETの報告例は少ない。n型有機半導体として、フラーレン（C₆₀）が注目されている。FETや超格子構造を有するデバイスでは、原子レベルで、組成や膜厚の異なる薄膜を順次形成するために、2次元的な薄膜を作製する必要がある。

しかしながら、従来の無機半導体であるシリコンや化合物半導体と比べると、その製造レベルは非常に低い。

これらの有機半導体薄膜の製造方法の一つとして真空蒸着法が知られており、金属上には、C₆₀薄膜が2次元的に成膜できることが知られている。また、C₆₀などのフラーレン系材料による電界効果トランジスタを製造するためには、金属上ではなくSiや絶縁物基板上に高品質な薄膜を堆積する必要がある。例えば、非特許文献1には、水素で終端したシリコン（Si）基板上へのC₆₀薄膜形成が報告されている。

図16は、文献1（K. Ueno 他2名, "Van der Waals Epitaxy on Hydrogen-Terminated Si(III) Surfaces and Investigation of its Growth Mechanism by Atomic Force Microscope", 1995年 Crystal Growth, Vol. 150, pp. 1180-1185）のSi基板上へ堆積したC₆₀の薄膜のAFM（原子間力顕微鏡）写真であり、（A）がAFM像、（B）がC₆₀薄膜の断面模式図である。なお、AFM像

の測定領域は $4\ \mu\text{m} \times 4\ \mu\text{m}$ である。図から明らかなように、2次元成長は得られなく、厚さが約 $10\ \text{nm}$ ($100\ \text{\AA}$) で、 $1\sim 2\ \mu\text{m}$ の大きさの柱状結晶が Si 基板上に点在し、所謂3次元成長している。

ペンタセンを用いた有機 FET の電界効果移動度は、 $1\ \text{cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 程度の値である（例えば、文献2：Y.-Y. Lin 他3名, "Stacked Pentacene Layer Organic Thin-Film Transistors with Improved Characteristics", 1997年, IEEE Electr. Device Lett., Vol. 18, No.12, pp.606-608 を参照）。この値はアモルファス Si よりも大きい値である。有機 FET の場合も半導体による FET と同様に、電流駆動力を増すために電界効果移動度が大きい材料が望まれている。

最近、下記文献3及び4において、単結晶のルブレン（5, 6, 11, 12-テトラフェニルナフタセン）の a 軸及び b 軸に沿う電界効果移動度が、それぞれ、 $4.4\ \text{cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 、 $15.4\ \text{cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ という非常に大きな値を有することが報告されている。

文献3： V.C. Sundar 他7名, "Elastometric Transistor Stamps: Reversible Probing of Charge Transport in Organic Crystals", 2004年 Science, Vol. 303, pp. 1644-1646

文献4： R.W.I. De Boer 他3名 "Organic Single-Crystal Field-Effect Transistors" 2004 年 Phys. Stat. Sol. A, Vol. 201, No. 6, pp. 1302-1331

しかしながら、分子線蒸着装置により通常用いられる石英、コーニングガラスやサファイア基板上にルブレンを堆積してもアモルファス状の薄膜しか得られない。図17は、従来のサファイア基板上に堆積したルブレン薄膜の $5 \times 5\ \mu\text{m}^2$ の原子間力顕微鏡像を示す図であり、基板温度が、それぞれ (A) 室温、(B) 100°C の場合を示している。図から明らかなように、得られたルブレン膜はアモルファス膜であった。

C₆₀などのフラーレン系材料による電界効果トランジスタを実用化するためには、金属上ではなく、Si や絶縁物基板上に平坦な2次元成長膜を形成することが強く要求されている。しかしながら、C₆₀薄膜を絶縁基板上に成長させる場合には、柱状成長をし易く、高品質な薄膜が得られていない。

また、従来のルブレ薄膜は、アモルファス膜しか得られず、殆どFET特性などの機能を示さない。さらに、このアモルファス薄膜は非常に酸素と反応しやすいため、真空中では橙色をしていたものが大気に取り出すと透明になる。このように薄膜化が困難であるために、単結晶で非常に大きな電界効果移動度が報告されても、FETの実用化に必要な高品質な薄膜が得られていない。

発明の開示

本発明者らは、種々検討の結果、 C_{60} やルブレなどの有機材料とサファイア基板などとの間に、ペンタセンなどの材料からなるバッファ層を挿入することにより、 C_{60} やルブレなどの有機材料を二次元成長できることを見出し、本発明に想到した。

本発明は上記課題に鑑み、 C_{60} やルブレなどの有機薄膜を二次元成長できる、有機薄膜を有する基板を提供することを第1の目的とする。

本発明は、上記有機薄膜を有する基板を用いたトランジスタを提供することを第2の目的とする。

さらに本発明は、上記有機薄膜を有する基板及びこれを用いたトランジスタの製造方法を提供することを第3の目的とする。

上記の第1の目的を達成するため、本発明の有機薄膜を有する基板は、基板上に、バッファ層と有機薄膜とが順次積層され、バッファ層が有機薄膜を配向させることを特徴とする。

上記構成において、好ましくは、基板とバッファ層との間にバッファ層と配向しやすい層が挿入されている。

上記基板は絶縁基板、好ましくはサファイア基板であり、バッファ層は、アセン系芳香族または誘導体、好ましくはペンタセン又はフッ素化ペンタセンであり、有機薄膜は C_n フラレン（ここで、 n は60以上の整数）、 C_n フラレン誘導体、ルブレの何れかである。好ましくは、サファイア基板の表面は平坦化処理され、ペンタセン又はフッ素化ペンタセンから成るバッファ層が分子層単位で積層されている。

上記構成によれば、 C_{60} やルブレなどの有機薄膜の結晶成長が従来困難であ

った絶縁性の基板との間に特定の材料からなるバッファ層を挿入することにより、非常に平坦な単分子層単位の薄膜を形成できるため、これを成長させてから有機薄膜を成長させることができる。このため、基板とC₆₀やルブレンなどの有機薄膜との間の歪を緩和させて、C₆₀やルブレンなどの有機薄膜を二次元成長でき、しかも、その結晶粒径を拡大させることができる。これにより、結晶品質の高い有機薄膜が得られ、有機薄膜の移動度などの諸特性が向上した、有機薄膜を有する基板を提供することができる。

上記の第2の目的を達成するため、本発明のトランジスタは、基板上に形成された有機薄膜を備えたトランジスタであって、有機薄膜が、有機薄膜を配向させるバッファ層を介して基板に積層されていることを特徴とする。

上記構成において、好ましくは、基板とバッファ層との間にバッファ層と配向しやすい層が挿入されている。好ましくは、基板はサファイア基板であり、バッファ層はアセン系芳香族または誘導体であり、有機薄膜はC_nフラーレン（ここで、nは60以上の整数）、C_nフラーレン誘導体、ルブレンの何れかである。また、好ましくは、バッファ層はペンタセン又はフッ素化ペンタセン、有機薄膜はC₆₀又はルブレンである。

上記構成によれば、C₆₀やルブレンなどの有機薄膜と基板との間に、特定の材料からなるバッファ層を挿入することにより基板とC₆₀やルブレンなどの有機薄膜との間の歪を緩和して、C₆₀などの有機薄膜を二次元成長でき、その結晶粒径を拡大させることができる。このため、結晶品質の高い有機薄膜が得られる。従って、有機薄膜の移動度が向上することにより性能の高い電界効果トランジスタなどのトランジスタを提供することができる。

さらに、上記の第2の目的を達成するため、本発明の有機薄膜を有する基板の製造方法は、基板上にバッファ層と有機薄膜とが順次積層される工程を含み、バッファ層が有機薄膜を配向させることを特徴とする。

上記構成において、基板とバッファ層との間にバッファ層と配向しやすい層を挿入してもよい。

好ましくは、基板は絶縁基板、とくにサファイア基板であり、バッファ層はアセン系芳香族または誘導体、好ましくは、ペンタセン又はフッ素化ペンタセン

であり、有機薄膜はC_nフラーレン（ここで、nは60以上の整数）、C_nフラーレン誘導体、ルブレンの何れかである。また、好ましくは、サファイア基板の表面は平坦化処理され、ペンタセン又はフッ素化ペンタセンから成るバッファ層が分子層単位で積層されている。この発明によれば、基板上に結晶品質の高い有機薄膜を形成することができる。

また、本発明のトランジスタの製造方法は、基板上に有機薄膜を形成し、この有機薄膜が、有機薄膜を配向させるバッファ層を介して基板に積層されていることを特徴とするものである。

上記構成において、基板とバッファ層との間にバッファ層と配向しやすい層を挿入してもよい。好ましくは、基板は絶縁基板、好ましくはサファイア基板であり、バッファ層はアセン系芳香族または誘導体、好ましくは、ペンタセン又はフッ素化ペンタセンであり、有機薄膜はC_nフラーレン（ここで、nは60以上の整数）、C_nフラーレン誘導体、ルブレンの何れかである。好ましくは、サファイア基板の表面は平坦化処理され、ペンタセン又はフッ素化ペンタセンから成るバッファ層は分子層単位で積層されている。

上記構成によれば、基板上に結晶品質の高い有機薄膜を形成し、この有機薄膜を用いたトランジスタを製造することができる。

本発明によれば、絶縁基板などの表面にバッファ層を介した結晶品質の高い、有機薄膜を有する基板を得ることができる。また、この有機薄膜を用いたトランジスタ並びにそれらの製造方法が提供されることになる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る第1の実施形態による有機薄膜を有する基板の断面図である。

図2は、本発明に係る第1の実施形態による有機薄膜を有する基板の変形例の断面図である。

図3は、本発明に係る第2の実施形態による有機薄膜を有する基板を用いたトランジスタの構造を模式的に示す断面図である。

図4は、本発明に係る第2の実施形態による有機薄膜を有する基板を用いたト

ランジスタの変形例の断面図である。

図5は、本発明の有機薄膜を有する基板の製造に用いる分子線蒸着装置の構成を模式的に示す図である。

図6は、実施例1の有機薄膜を有する基板の C_{60} 表面を原子間力顕微鏡で観察した写真である。

図7 (A), (B) は、それぞれ、実施例2の有機薄膜を有する基板のX線回折結果及びRHEED像を示す図である。

図8は、実施例3のn型電界効果トランジスタのゲート電圧とドレイン電流 ($V_g - I_d$) 特性を示す図である。

図9は、比較例の有機薄膜を有する基板の C_{60} 表面を原子間力顕微鏡で観察した写真である。

図10 (A), (B) は、それぞれ、比較例の有機薄膜を有する基板のX線回折結果及びRHEED像を示す図である。

図11は、実施例2及び比較例の C_{60} 薄膜の紫外可視吸収スペクトルを示す図である。

図12 (A) は、実施例4の有機薄膜を有する基板の模式的な斜視図、(B) はルブレン薄膜4の原子間力顕微鏡像を示す図である。

図13は、実施例4の有機薄膜を有する基板のX線回折結果を示す図であり、(A) がバッファ層がない場合、(B) 及び (C) が、1分子層のペンタセンバッファ層を挿入した場合で、基板温度が、それぞれ、室温及び100℃の場合を示している。

図14は、実施例4の1分子層のペンタセンバッファ層上のルブレン薄膜において、(A) が表面の原子間力顕微鏡像を示す写真である、(B) が表面の高さ分布を示す図である。

図15は、実施例5の電界効果トランジスタのゲート電圧とドレイン電流 ($V_g - I_d$) 特性を示す図である。

図16は、Si基板上へ堆積した従来の C_{60} 薄膜のAFM (原子間力顕微鏡) 写真であり、(A) がAFM像、(B) が C_{60} 薄膜の断面模式図である。

図17は、従来のサファイア基板上に堆積したルブレン薄膜の $5 \times 5 \mu m^2$ の

原子間力顕微鏡像を示す図であり、基板温度が、それぞれ（A）室温、（B）100℃の場合を示している。

発明を実施するための最良の形態

本発明は以下の詳細な説明及び本発明の幾つかの実施の形態を示す添付図面によって、よりよく理解されるものとなろう。なお、添付図面に示す実施例は本発明を特定又は限定するものではなく、本発明の趣旨の説明及び理解を容易とするためだけのものである。

以下、図面に示した実施形態に基づいて本発明を詳細に説明する。各図において同一又は対応する部材には同一符号を用いる。

第1の実施の形態

初めに本発明の第1の実施の形態による有機薄膜を有する基板について説明する。

図1は、本発明に係る第1の実施の形態による有機薄膜を有する基板の断面図である。図1に示すように、本発明の有機薄膜を有する基板1は、基板2上に、第1の有機材料から成るバッファ層3と、第2の有機材料としてC₆₀などの有機薄膜4と、が順次積層されている構造を有している。

このバッファ層3は有機薄膜4を配向させる機能を有している。このため、従来、膜状ではない柱状結晶やアモルファス薄膜しか得られなかった有機材料において、結晶からなる有機薄膜4を、基板1上に成長させることができる。

ここで、基板2は、六方晶系のサファイア基板、ガラス基板、石英基板及びポリイミドのような有機材料が配向しやすい基板であれば何でもよい。そして、基板2の表面は可能な限り平坦な基板を使用することが望ましいが、基板2の表面荒さがバッファ層3となる材料の分子層程度以下とすることが好適である。例えば、上記バッファ層3が後述するペンタセン薄膜3の場合、表面粗さが約15 Å程度の基板であれば、本発明の手法が適用可能である。また、基板2の上にデバイス構造を形成するのに必要な他の金属や絶縁体の薄膜を積層した基板に成膜を行う場合でも、同様の面粗さが局所的に満たされていればよい。

また、バッファ層 3 は、三斜晶系のペンタセン又はフッ素化ペンタセンをはじめとするアセン系有機材料とその誘導体を用いることができる。

また、有機薄膜 4 は、 C_n フラーレン（ここで、 n は 60 以上の整数）、 C_n フラーレン誘導体、ルブレナ（5, 6, 11, 12-テトラフェニルナフタセン）の何れかを用いることができる。 C_n フラーレンとしては、六方晶系の C_{60} のほかに、 C_{70} 、 C_{120} などを用いることができる。

図 2 は、本発明に係る第 1 の実施形態による有機薄膜を有する基板の変形例の断面図である。図 2 に示すように、本発明の有機薄膜を有する基板 10 が、図 1 の有機薄膜を有する基板 1 の構造と異なるのは、基板 2 とバッファ層 3 との間に、さらに、基板 2 及び／又はバッファ層 3 と配向しやすい層 5 が挿入されている点である。この基板 2 及び／又はバッファ層 3 と配向しやすい層 5 は、絶縁層を用いることができる。ここで、絶縁層 5 は、基板 2 上に堆積した SiO_2 や Al_2O_3 薄膜などでもよい。

このようにして、本発明の有機薄膜を有する基板 1, 10 においては、バッファ層 3 の厚さを 1 分子層から 10 分子層程度挿入することにより、 C_{60} やルブレナなどの有機薄膜 4 自体の配向性をよくすることができ、また、有機薄膜 4 と基板 2 との格子歪が緩和できる。なお、本発明においては、上記の 1 分子層から 10 分子層程度のバッファ層 3 の膜厚を分子層単位のバッファ層 3 と呼ぶ。

ここで、バッファ層 3 の挿入により有機薄膜 4 の 2 次元成長が得られ易くなる理由について説明する。ペンタセン又はフッ素化ペンタセン薄膜から成るバッファ層 3 及び C_{60} 薄膜 4 の場合について推察する。ペンタセン自体は、 π 電子がベンゼン環に垂直に飛び出しており、それらの方向が重要となる。一般に有機薄膜の π 電子は、金属には配向の相性がよいが、絶縁物とは反発し易い。しかしながら、ペンタセン又はフッ素化ペンタセン薄膜 3 が基板 2 に堆積した後は、ペンタセン薄膜 3 の π 電子が歪んでいると推定される。このため、ペンタセン薄膜 3 上に C_{60} を堆積した場合には、 C_{60} の 2 次元成長が得られ易くなると考えられる。これにより、バッファ層 3 の挿入によって C_{60} などの有機薄膜 4 の 2 次元成長が促進され、著しく平坦性が改善された有機薄膜 4 を有する基板 1, 10 が得られる。

第2の実施の形態

次に、本発明の有機薄膜を有する基板を用いたトランジスタに係る第2の実施形態を説明する。

図3は、本発明に係る第2の実施形態による有機薄膜を有する基板を用いたトランジスタの構造を模式的に示す断面図である。トランジスタとして、電界効果トランジスタの場合を示している。図に示すように、電界効果トランジスタ20は、絶縁性の基板25上に、バッファ層3と有機薄膜4とが順次積層され、有機薄膜4上にゲート絶縁膜21が堆積された構造を有している。そして、ゲート絶縁膜21上にはゲート電極22が、チャネルとなる有機薄膜4上には、ソース電極23及びドレイン電極24が配設されている。

図4は、本発明に係る第2の実施形態による有機薄膜を有する基板を用いたトランジスタの変形例の断面図である。トランジスタは電界効果トランジスタの場合を示している。図に示すように、電界効果トランジスタ30は、ゲート電極22とゲート絶縁膜21が堆積された基板25上に、バッファ層3と有機薄膜4とが順次積層された構造を有し、ゲート絶縁膜21内にゲート電極22が、チャネルとなる有機薄膜4上には、ソース電極23及びドレイン電極24が、それぞれ配設されている。最上層には、保護膜26が堆積されていてもよい。

なお、ゲート電極22、ソース電極23及びドレイン電極24は、図示しない領域で、ボンディング領域が形成されている。

ゲート絶縁膜21の材料としては、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、窒化シリコン、誘電性ポリマーなどの酸化物、硫化物、有機物などを用いることができる。これらの材料のうちで、特に、リーク電流が少なく、絶縁破壊電圧が高く、誘電率の大きい材料が、電界を印加し易いという点で好ましい。

また、ゲート電極22の材料としては、アルミニウム（Al）、金（Au）又はこれらの材料を添加したシリコン（Si）などを用いることができる。有機薄膜4の仕事関数やFETの動作方法によって、これらの材料の適切なものを用いればよい。また、ソース電極23及びドレイン電極24の材料としては、アルミニウムや金などが挙げられる。これらの材料は電気伝導度が高く、有機薄膜4と

の仕事関数の整合性がよいものを選択するのが好ましいが、FETの目的とする出力によって選択すればよい。さらに、保護膜26の材料としては、アルミナや窒化シリコンのような絶縁物などが挙げられる。

また、上記有機薄膜を有する基板を用いたトランジスタ20, 30の各層は、蒸着法、分子線エピタキシー法、高周波スパッタ法などの各種薄膜堆積法やフォトリソグラフィ法やシャドーマスクなどを用いて製造することができる。

本発明の有機薄膜を有する基板を用いたトランジスタ20, 30においては、そのチャネルとなる有機薄膜4がバッファ層3上に形成されているため、その結晶品質が高い。このため、有機薄膜4の電界移動度が向上し、非常に大きな相互コンダクタンス (g_m) が得られることになる。これにより、本発明のトランジスタ20, 30によれば、性能の高いトランジスタが得られる。

第3の実施の形態

次に、本発明の有機薄膜を有する基板の製造方法に係る第3の実施形態を説明する。

本発明の有機薄膜を有する基板1は、基板2上に分子層単位でバッファ層3の厚みを制御できる薄膜堆積法によりバッファ層3を堆積し、次に、バッファ層3上に、六方晶系のC₆₀薄膜4などを所望の厚さに堆積することにより製造されることができる。

また、本発明の有機薄膜を有する基板10は、基板2上にSiO₂などの絶縁膜5を堆積し、次に、絶縁膜5上に分子層単位でバッファ層3の厚みを制御できる薄膜堆積法によりバッファ層3を堆積し、最後に、バッファ層3上に、C₆₀薄膜4を所望の厚さに堆積することにより製造することができる。ここで、基板2に予めSiO₂などの絶縁膜5を堆積しておいて、バッファ層3及びC₆₀薄膜4だけを連続的に堆積してもよい。

上記の薄膜堆積方法としては、基板上に分子層単位で少なくともバッファ層3の厚みを制御できる薄膜堆積法であれば、どの方法を用いて製造してもよい。もちろん、バッファ層3と共に、C₆₀薄膜4の厚みを分子層単位で制御してもよい。このような、薄膜堆積方法としては、各種真空蒸着法、真空蒸着法の一つ

である分子線蒸着法及びレーザーアブレーション法等が挙げられる。

上記堆積法に用いることができる堆積装置の一例を示す。

図5は、本発明の有機薄膜を有する基板の製造に用いる分子線蒸着装置の構成を模式的に示す図である。分子線蒸着装置40は、超高真空チャンバ41内に、基板42を保持するホルダー43と、ヒーターなどの基板加熱手段45とが設けられ、さらに、超高真空チャンバ41の下部に、バッファ層3及び有機薄膜4の蒸発源としての分子線源るつぼ44（44A，44B）及びルツボ加熱用電源44Cが配設されている。

超高真空チャンバ41は、真空排気装置46により排気される。分子線源るつぼ44は、所謂クヌーセンセルであり、るつぼ44の中に入れた個別の蒸発源を加熱して蒸発させる。出てくる蒸気を分子線の形で加熱されている基板42に当て、基板42上に、バッファ層3及び有機薄膜4を堆積させる。分子線源るつぼ44の上部には、シャッタ47が設けられ、基板42への分子線の照射の有無を制御している。

また、超高真空チャンバ41には、堆積させるバッファ層3及び有機薄膜4の膜厚を測定するための膜厚測定手段48が配設されている。この膜厚測定手段48は、堆積させる層の膜厚を分子層単位で制御するために、分解層単位の分解能を備えていればよく、水晶振動子膜厚計や光反射による膜厚計などを用いることができる。

さらに、超高真空チャンバ41には、基板への堆積膜厚など基板面内で変化させるためのマスク機構49が備えられてよい。このマスク機構49は、1回の成膜で、基板42へ堆積させる薄膜の面内厚さを連続的に変化させることができる、所謂コンビナトリアルマスクが好適である。

上述した実施形態においては、本発明による有機薄膜を有する基板、それを用いたトランジスタ、有機薄膜を有する基板の製造方法について説明した。

上記有機薄膜を有する基板に、さらに、トランジスタ構造に必要なゲート絶縁膜や電極は、ゲート絶縁膜や電極層を各種の堆積方法で行い、さらにマスク工程などを用いることによりトランジスタを製造することができる。また、同一基板上に電界効果トランジスタから成る集積回路を製造することもできる。

実施例 1

実施例 1 として、表面が $[1120]$ 面のサファイア基板 2 上に、ペンタセン薄膜を用いたバッファ層 3 と C_{60} 薄膜 4 とを堆積した有機薄膜を有する基板 1 を製造した。

最初に、サファイア基板 2 を大気中において、 1000°C で 3 時間及び 750°C で 3 時間のアニール処理を施し、原子レベルで平坦なステップテラス構造を有する表面とした。このサファイア基板 2 を $5 \times 10^{-8} \text{ Torr}$ よりも高い真空度にした分子線蒸着装置 40 (図 5 参照) 内に設置した。また、ルツボ 44A 及び 44B の蒸着源としては、それぞれ、ペンタセン及び C_{60} を用いた。

次に、サファイア基板 2 の温度を室温とし、ルツボ 44A の温度を 200°C ~ 300°C に設定し、ルツボ 44A 内のペンタセンを蒸発させて、1 分子層 (約 15 \AA) のペンタセンから成るバッファ層 3 をサファイア基板 2 上に堆積した。このときのペンタセン薄膜 4 の成膜速度は、 $3 \sim 4 \text{ \AA/分}$ であった。次に、サファイア基板 2 の温度を 150°C に設定した後、ルツボ 44B の温度を 300°C ~ 400°C に設定し、ルツボ 44B 内の C_{60} を蒸発させて、膜厚約 150 \AA (約 20 分子層) の C_{60} 薄膜 4 をバッファ層 3 上に堆積した。このときの C_{60} 薄膜 4 の成膜速度は 5 \AA/分 であった。

上記有機薄膜を有する基板 1 の表面を、原子間力顕微鏡 (AFM) を用いて観察した。図 6 は、実施例 1 の有機薄膜を有する基板 1 の C_{60} 表面を原子間力顕微鏡で観察した写真である。ここで、観察範囲は $1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$ である。図から明らかなように、後述するバッファ層 3 のない比較例においては多数の結晶粒界が観察されるのに対して、実施例 1 の C_{60} 薄膜 4 においては結晶粒径が著しく増大し、さらに、ファセット面が観察され、2 次元成長が得られていることが分かった。そして、実施例 1 の基板 1 は、その平坦性及び結晶性が高く、電界効果トランジスタなどのデバイス化ができた。

ここで、上記有機薄膜を有する基板 1 の各格子定数について説明する。

サファイア基板 2 は六方晶系であり、その格子定数は、 $a = 4.765 \text{ \AA}$, $c = 13.001 \text{ \AA}$ である (文献 5 : 信光社カタログ、2002 年、<http://www.>

shinkosha.com/products/rutile/nm04.html を参照)。また、バッファ層 3 のペンタセンは三斜晶系であり、その薄膜の格子定数はバルクとは異なり、 $a = 6.11 \text{ \AA}$, $b = 7.61 \text{ \AA}$, $c = 15.33 \text{ \AA}$ である (文献 6 : J. S. Wu 他 1 名 "Electron diffraction of thin-film pentacene" 2004 年 J. Appl. Cryst., Vol. 37, p. 78 参照)。さらに、実施例 1 の C_{60} 薄膜 4 は六方晶系であり、その格子定数は実測したところ、 $a = 10.08 \text{ \AA}$, $c = 16.31 \text{ \AA}$ であった。また、 C_{60} 薄膜の格子定数は、例えば、 $a = 10.02 \text{ \AA}$, $c = 16.36 \text{ \AA}$ と報告されている (文献 7 : 「化学」化学同人社発行、1991 年 12 月、Vol. 46, p. 857 を参照)。

実施例 2

C_{60} 薄膜 4 をコンビナトリアルマスクにより、その膜厚を面内で変化させた以外は、実施例 1 と同様にして基板 1 を製造した。ペンタセン薄膜のバッファ層 3 の厚みは 1 分子層であり、 C_{60} 薄膜 4 の膜厚は面内で、ほぼ $0 \sim 500 \text{ \AA}$ の厚み傾斜分布が得られた。

図 7 (A), (B) は、それぞれ実施例 2 の有機薄膜を有する基板 1 の X 線回折結果及び RHEED 像を示す図である。図 7 (A) の横軸は角度 2θ (度) を示し、縦軸は回折 X 線強度 (任意目盛り) を示している。ここで、 C_{60} 薄膜 4 の膜厚は 500 \AA である。図から明らかなように、各回折面からの強度の強い回折が得られた (図 6 の (002) 面など参照)。同様に、図 7 (B) に示す RHEED 像からも明瞭な電子線回折像 (白い線状部分) が得られた。これにより C_{60} 薄膜 4 の結晶品質が優れていることが分かった。

実施例 2 で得られた有機薄膜 4 において、 C_{60} の膜厚が異なる種々の有機薄膜 4 の結晶粒径及び移動度を測定した。その結果、 C_{60} 薄膜 4 の結晶粒径が大きくなるにつれて、移動度が増大することが分かった。

実施例 3

C_{60} 薄膜 4 をチャネルとする電界効果トランジスタ 30 を製造した (図 4 参照)。平坦化したサファイア基板 2 上に、真空蒸着法を用いてゲート電極 22 とな

るアルミニウムを200～400 Å蒸着し、引き続き、RFマグネトロンスパッタ法によりゲート絶縁膜21となる酸化アルミニウムを約2000 Å堆積した。次に、実施例1と同様の方法で、酸化アルミニウムから成るゲート絶縁膜21上に、1分子層から3分子層程度のフッ素化ペンタセンバッファ層3と約500 ÅのC₆₀薄膜4とを順次堆積した。堆積には、クヌーセンセルを有する分子線蒸着装置40を使用した。次に、ソース電極23及びドレイン電極24として、マグネシウム(Mg)を、パルスレーザー堆積法を用いて堆積した。この際、メタルシャドーマスクを用いて素子形成を行った。最後に、素子最上層に保護膜26となるアルミナ薄膜を約5000 Å堆積し、実施例3のn型電界効果トランジスタ30を製造した。

この実施例3のn型電界効果トランジスタのチャネルの電界移動度は、0.01～0.1 cm²・V⁻¹・s⁻¹であった。

図8は、実施例3のn型電界効果トランジスタのゲート電圧とドレイン電流(V_g - I_d)特性を示す図である。図において、横軸はゲート電圧(V)、縦軸はドレイン電流(A)を示している。ドレイン電圧は60 Vである。

図から明らかなように、ゲート電極22に対して、約-20～60 Vのゲート電圧V_gを印加すると、V_g > 20 Vでは、V_gの変化に対応して、ドレイン電流I_dが変化していることが確認でき、所謂エンハンスメント型のI-V特性が得られた。

比較例

比較例として、実施例1においてバッファ層3を挿入しない基板、即ちサファイア基板2上に直接C₆₀薄膜4を設けた有機薄膜を有する基板を、実施例1と同様に製造した。C₆₀薄膜の厚さは、約150 Åであった。

図9は、比較例のC₆₀表面を原子間力顕微鏡で観察した写真である。ここで、観察範囲は1 μm × 1 μmである。図から明らかなように、多数の結晶粒界が観察され、2次元成長ではなく従来の3次元成長であることが分かる。この比較例は、非常に深い結晶粒界が存在し、その後で、電界効果トランジスタなどのデバイス化が困難であった。

また、図10 (A), (B) は、それぞれ比較例の有機薄膜を有する基板のX線回折結果及びRHEED像を示す図である。図10 (A) の横軸は角度 2θ (度) を示し、縦軸は回折X線強度 (任意目盛り) を示している。ここで、C₆₀薄膜の膜厚は500 Åである。図から明らかなように、殆どX線回折が得られなかった。また、図10 (B) のRHEED像においても、明瞭な電子線回折像が得られなかった。これにより比較例のC₆₀薄膜の結晶性が悪いことが分かった。

次に、実施例2及び比較例のC₆₀薄膜の紫外可視吸収スペクトルについて対比した。

図11は、実施例2及び比較例のC₆₀薄膜の紫外可視吸収スペクトルを示す図である。図の縦軸は吸光度 (任意目盛り) を示し、横軸は波長 (nm) を示している。ここで、実施例2及び比較例のC₆₀薄膜の膜厚は何れも500 Åである。図から明らかなように、比較例に対して実施例2では強度の強い明瞭な吸収が生じた。特に、実施例2では220 nmの吸収ピークが観測されるのに対して、比較例では観測されなかった。これにより、実施例2のC₆₀薄膜4の結晶品質が高いことが明らかになった。

実施例4

実施例4として、有機薄膜をルブレンとした以外は、実施例1と同じ方法で、[1120]面のサファイア基板2上に、ペンタセン薄膜を用いたバッファー層3とルブレン薄膜4とを堆積した基板1を製造した。原子レベルで平坦なステップテラス構造を有する表面処理を施したサファイア基板2を 1×10^{-9} Torr (約 1×10^{-7} Pa) の真空度にした分子線蒸着装置4内に設置した。また、ルツボ44A及び44Bの蒸着源としては、それぞれ、ペンタセン及びルブレンを用いた。

次に、ペンタセンを蒸発させて、コンビナトリアル法によりその膜厚を0～1分子層 (約15 Å) の膜厚分布となるように、ペンタセンから成るバッファー層3をサファイア基板2上に堆積した。このときのペンタセン薄膜3の成膜速度は、3～4 Å/分であった。次に、サファイア基板2の温度を室温又は100℃に設定した後、ルツボ44Bの温度を300℃～400℃に設定し、ルツボ44B

内のルブレンを蒸発させて、平均膜厚として、約 230 \AA (約 9 分子層) のルブレン薄膜 4 をバッファ層 3 上に堆積した。このときのルブレン薄膜 4 の成膜速度は、 $6 \sim 18 \text{ \AA}$ ($0.6 \sim 1.8 \text{ nm}$) / 分であった。

図 12 (A) は実施例 4 の有機薄膜を有する基板 1 の模式的な斜視図、(B) はルブレン薄膜 4 の原子間力顕微鏡像を示す図である。図 12 (A) に示すように、ペンタセンバッファ層 3 は、左側より右側に行くにしたがって厚さが厚くなり、右端側 (d) の厚さが 1 分子層となっている。原子間力顕微鏡による測定は、図 12 (A) の (a) ~ (d) の領域で行い、観察範囲は $5 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m}$ である。その結果を、それぞれ図 12 (B) の (i) ~ (iv) に示している。

図 12 (B) から明らかなように、(i) ~ (iv) とペンタセンバッファ層 3 が厚くなると共に、ルブレンの成長様式が大きく変化することが分かった。図 12 (B) (iv) に示すように、基板 2 がペンタセンのバッファ層 3 により、その厚さが 1 分子層で覆われることによって、ルブレン薄膜 4 の結晶粒径が著しく増大し、平坦性が著しく増大しファセット面が観察され、2 次元成長が得られていることが分かった。

図 13 は、実施例 4 の有機薄膜を有する基板 1 の X 線回折結果を示す図であり、(A) がバッファ層がない場合、(B) 及び (C) が、1 分子層のペンタセンバッファ層 3 を挿入した場合で、基板温度が、それぞれ、室温及び 100°C の場合を示している。図の横軸は角度 2θ (度) を示し、縦軸は回折 X 線強度 (任意目盛り) を示している。ここで、ルブレン薄膜 4 の膜厚は、 50 nm (500 \AA) である。

図から明らかなように、1 分子層のペンタセンバッファ層 3 を挿入した場合には、各回折面からの強度の強い回折が得られた (図 13 の黒丸 (●) 参照)。これに対して、バッファ層がない場合にはルブレンからの回折は観測されず、基板 2 からの回折しか観測されなかった。

図 14 は、実施例 4 の 1 分子層のペンタセンバッファ層 3 上のルブレン薄膜 4 において、(A) が表面の原子間力顕微鏡像を示す写真である、(B) が表面の高さ分布を示す図である。ここで、観察範囲は $2 \mu\text{m} \times 2 \mu\text{m}$ である。図 14 (B) において、縦軸は高さ (nm) を示し、横軸は距離 (nm) を示している

。

図14 (A) から明らかなように、実施例4のルブレ薄膜4においては結晶粒径が $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ と著しく増大し、2次元成長が得られていることが分かった。そして、その断面の形状測定からは、ステップが約 1.3 nm であることが分かり、ルブレ薄膜4がc軸方向に配向していることが判明した。

以上のことから、サファイア基板2上に1分子層のペンタセンバッファ層3を設け、その表面に結晶性のあるルブレ薄膜4を形成することができた。さらに、このルブレ薄膜4は平坦性及び結晶性が高く、電界効果トランジスタなどのデバイス化ができた。

実施例5

実施例5として、p型ルブレ薄膜4をチャンネルとする電界効果トランジスタ30を製造した(図4参照)。この電界効果トランジスタ30は、ゲート電極22を膜厚 30 nm のAlとし、ゲート絶縁膜21を 300 nm の酸化アルミニウムとし、さらに、ソース電極23及びドレイン電極24として、膜厚 10 nm のNiと 30 nm のAuを順に堆積した以外は、実施例3と同様にして製造した。

具体的には、実施例3と同じ表面処理を施したサファイア基板22上に、ゲート電極22及びゲート絶縁膜21を形成した後に、 2 nm のペンタセンバッファ層3を堆積し、チャンネルとなる膜厚 50 nm のルブレ薄膜4を成長した。この表面にソース電極23及びドレイン電極24を形成し、最後に、素子最上層に保護膜26となるアルミナ薄膜を堆積し、実施例5の電界効果トランジスタ30を製造した。

この実施例5の電界効果トランジスタのチャンネルの電界移動度は、 $0.05 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ であった。

図15は実施例5の電界効果トランジスタのゲート電圧とドレイン電流($V_g - I_d$)特性を示す図である。図において、横軸はゲート電圧(V)、縦軸はドレイン電流(A)を示している。図において、ドレイン電圧は 70 V である。

図から明らかなように、ゲート電極22に対して、約 $-70 \sim 70 \text{ V}$ のゲート電圧 V_g を印加すると、 $V_g < 40 \text{ V}$ では、 V_g の低下に対応して、ドレイン電

流 I_d が増大する $I-V$ 特性が得られた。

本発明は、上記実施例に限定されることなく、特許請求の範囲に記載した発明の範囲内で種々の変形が可能であり、それらも本発明の範囲内に含まれることはいうまでもない。例えば、上記実施の形態で説明したトランジスタは電界効果トランジスタに限らず、他のトランジスタにも適用し得ることは勿論である。

請 求 の 範 囲

1. 基板上に、バッファ層と有機薄膜とが順次積層され、
上記バッファ層が上記有機薄膜を配向させることを特徴とする、有機薄膜を有する基板。
2. 前記基板と前記バッファ層との間に、さらに前記バッファ層と配向しやすい層が挿入されていることを特徴とする、請求項1に記載の有機薄膜を有する基板。
3. 前記基板は絶縁基板であり、前記バッファ層はアセン系芳香族またはその誘導体であり、前記有機薄膜は C_n フラーレン（ここで、 n は60以上の整数）、 C_n フラーレン誘導体、ルブレンの何れかであることを特徴とする、請求項1に記載の有機薄膜を有する基板。
4. 前記絶縁基板がサファイア基板であり、前記アセン系芳香族がペンタセン又はフッ素化ペンタセンであり、前記 C_n フラーレンが C_{60} であることを特徴とする、請求項3に記載の有機薄膜を有する基板。
5. 前記サファイア基板の表面が平坦化处理され、前記ペンタセン又はフッ素化ペンタセンから成るバッファ層が分子層単位で積層されていることを特徴とする、請求項4に記載の有機薄膜を有する基板。
6. 基板上に形成された有機薄膜を備えたトランジスタであって、
上記有機薄膜が、該有機薄膜を配向させるバッファ層を介して上記基板に積層されていることを特徴とする、トランジスタ。
7. 前記基板と前記バッファ層との間に、さらに、前記バッファ層と配向しやすい層が挿入されていることを特徴とする、請求項6に記載のトランジスタ。
8. 前記基板は絶縁基板であり、前記バッファ層はアセン系芳香族またはその誘導体であり、前記有機薄膜は C_n フラーレン（ここで、 n は60以上の整数）、 C_n フラーレン誘導体、ルブレンの何れかであることを特徴とする、請求項6に記載のトランジスタ。
9. 前記絶縁基板がサファイア基板であり、前記アセン系芳香族がペンタセ

ン又はフッ素化ペンタセンであり、前記 C_n フラーレンが C_{60} であることを特徴とする、請求項 8 に記載のトランジスタ。

10. 前記サファイア基板の表面が平坦化处理され、前記ペンタセン又はフッ素化ペンタセンから成るバッファ層が分子層単位で積層されていることを特徴とする、請求項 9 に記載のトランジスタ。

11. 基板上にバッファ層と有機薄膜とが順次積層される工程を含み、該バッファ層が上記有機薄膜を配向させることを特徴とする、有機薄膜を有する基板の製造方法。

12. 前記基板と前記バッファ層との間に、さらに前記バッファ層と配向しやすい層を挿入することを特徴とする、請求項 11 に記載の有機薄膜を有する基板の製造方法。

13. 前記基板は絶縁基板であり、前記バッファ層はアセン系芳香族またはその誘導体であり、前記有機薄膜は C_n フラーレン（ここで、 n は 60 以上の整数）、 C_n フラーレン誘導体、ルブレンの何れかであることを特徴とする、請求項 11 に記載の有機薄膜を有する基板の製造方法。

14. 前記絶縁基板がサファイア基板であり、前記アセン系芳香族がペンタセン又はフッ素化ペンタセンであり、前記 C_n フラーレンが C_{60} であることを特徴とする、請求項 13 に記載の有機薄膜を有する基板の製造方法。

15. 前記サファイア基板の表面が平坦化处理され、前記ペンタセン又はフッ素化ペンタセンから成るバッファ層が分子層単位で積層されていることを特徴とする、請求項 14 に記載の有機薄膜を有する基板の製造方法。

16. 基板上に形成された有機薄膜を備えたトランジスタの製造方法であって、

上記有機薄膜が、該有機薄膜を配向させるバッファ層を介して上記基板に積層されていることを特徴とする、トランジスタの製造方法。

17. 前記基板と前記バッファ層との間に、さらに前記バッファ層と配向しやすい層を挿入することを特徴とする、請求項 16 に記載のトランジスタの製造方法。

18. 前記基板は絶縁基板であり、前記バッファ層はアセン系芳香族また

は誘導体であり、前記有機薄膜は C_n フラーレン（ここで、 n は60以上の整数）、 C_n フラーレン誘導体、ルブレンの何れかであることを特徴とする、請求項16に記載のトランジスタの製造方法。

19. 前記絶縁基板がサファイア基板であり、前記アセン系芳香族がペンタセン又はフッ素化ペンタセンであり、前記 C_n フラーレンが C_{60} であることを特徴とする、請求項18に記載のトランジスタの製造方法。

20. 前記サファイア基板の表面が平坦化处理され、前記ペンタセン又はフッ素化ペンタセンから成るバッファ層が分子層単位で積層されていることを特徴とする、請求項19に記載のトランジスタの製造方法。

図 1

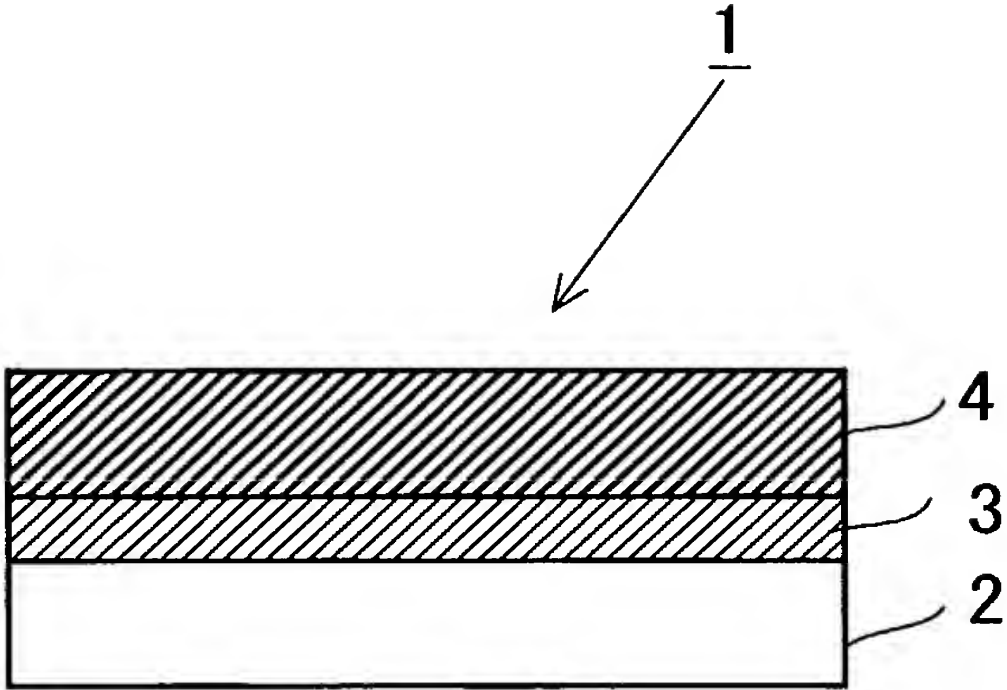


図 2

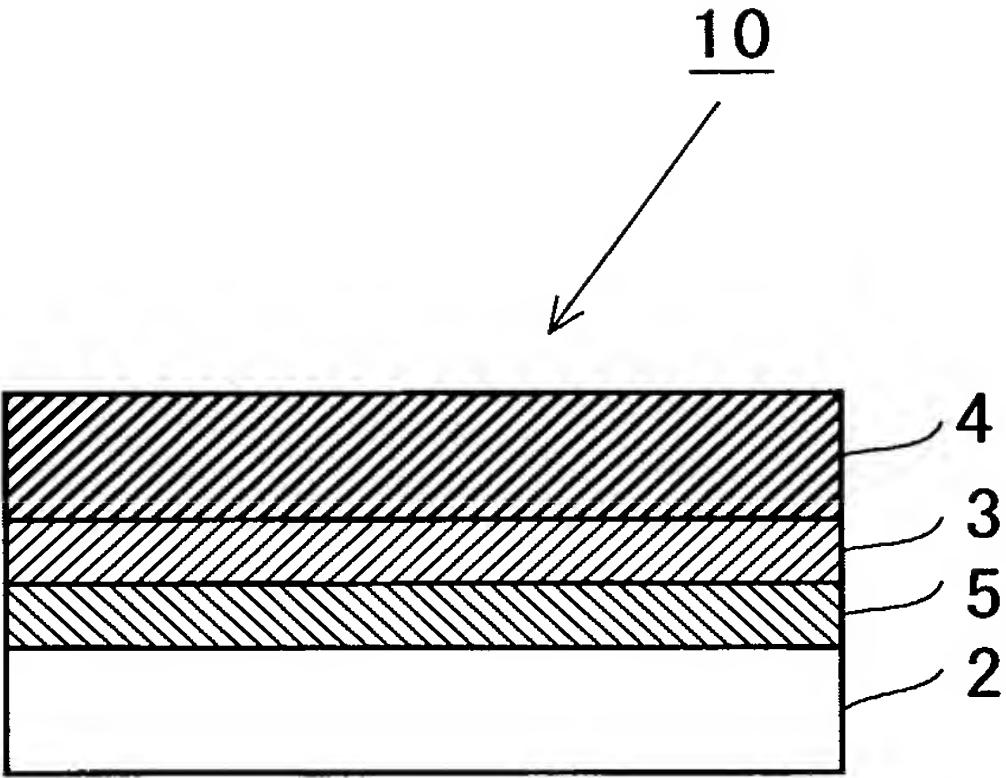


図 3

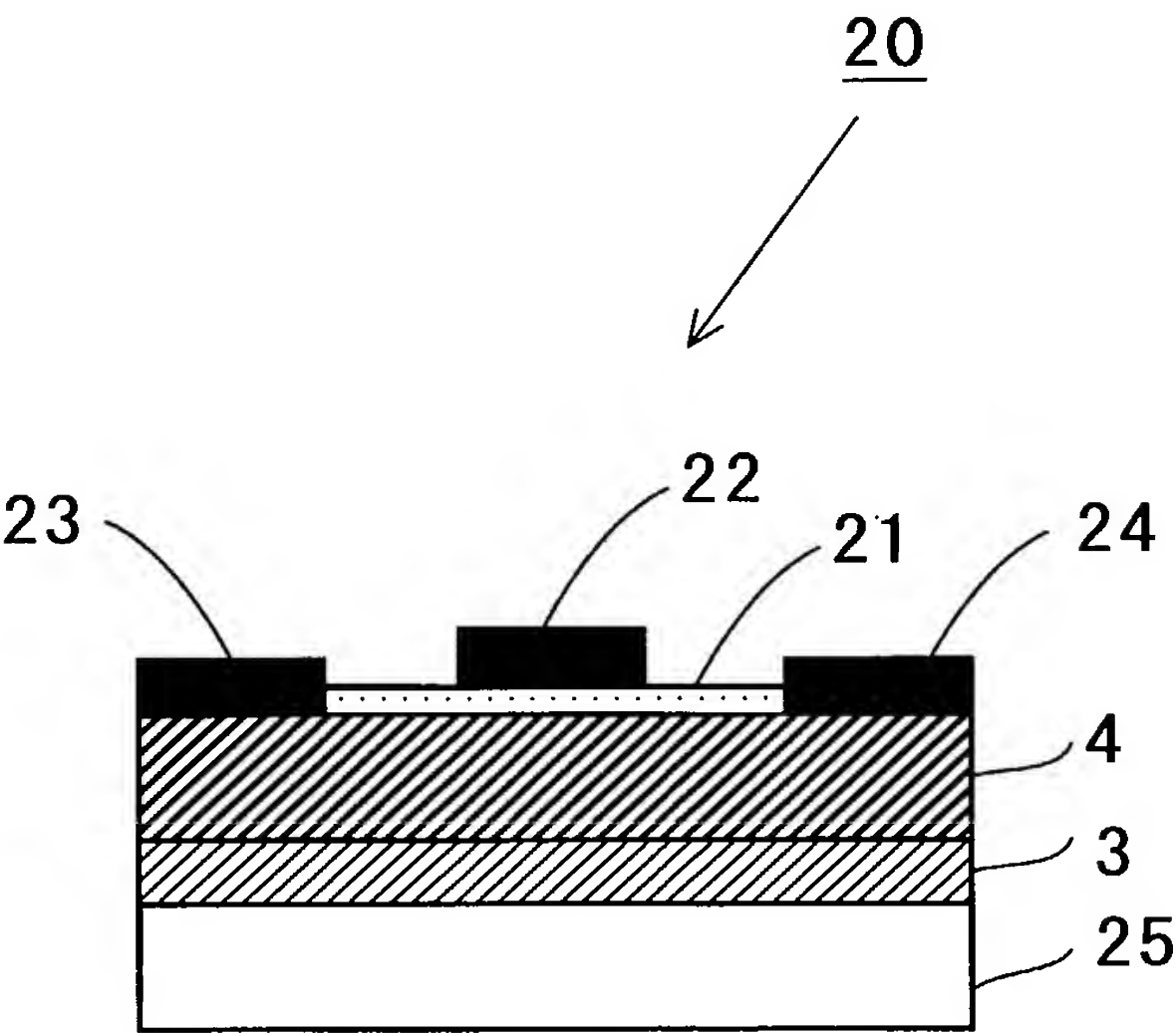


図 4

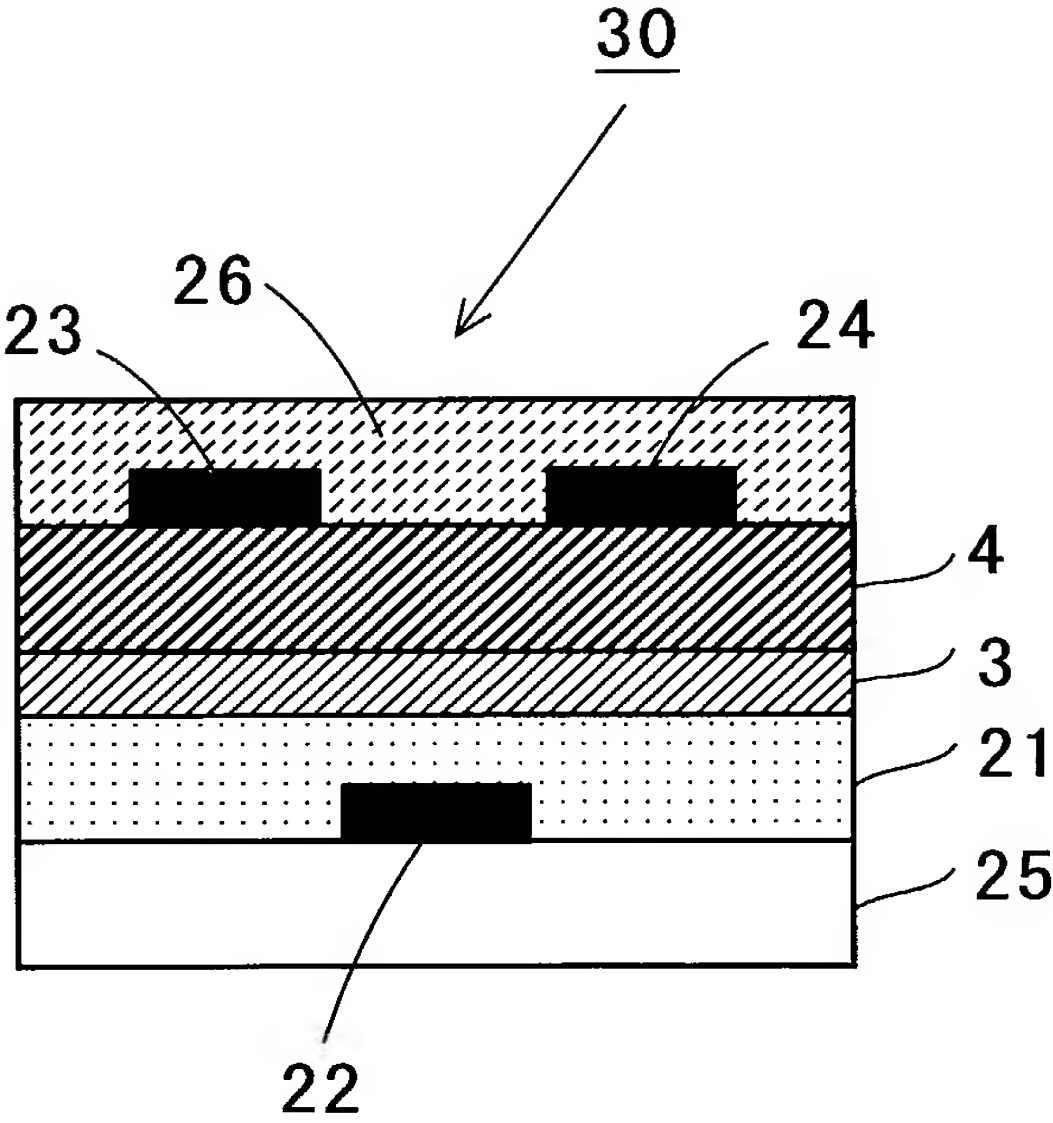


図 5

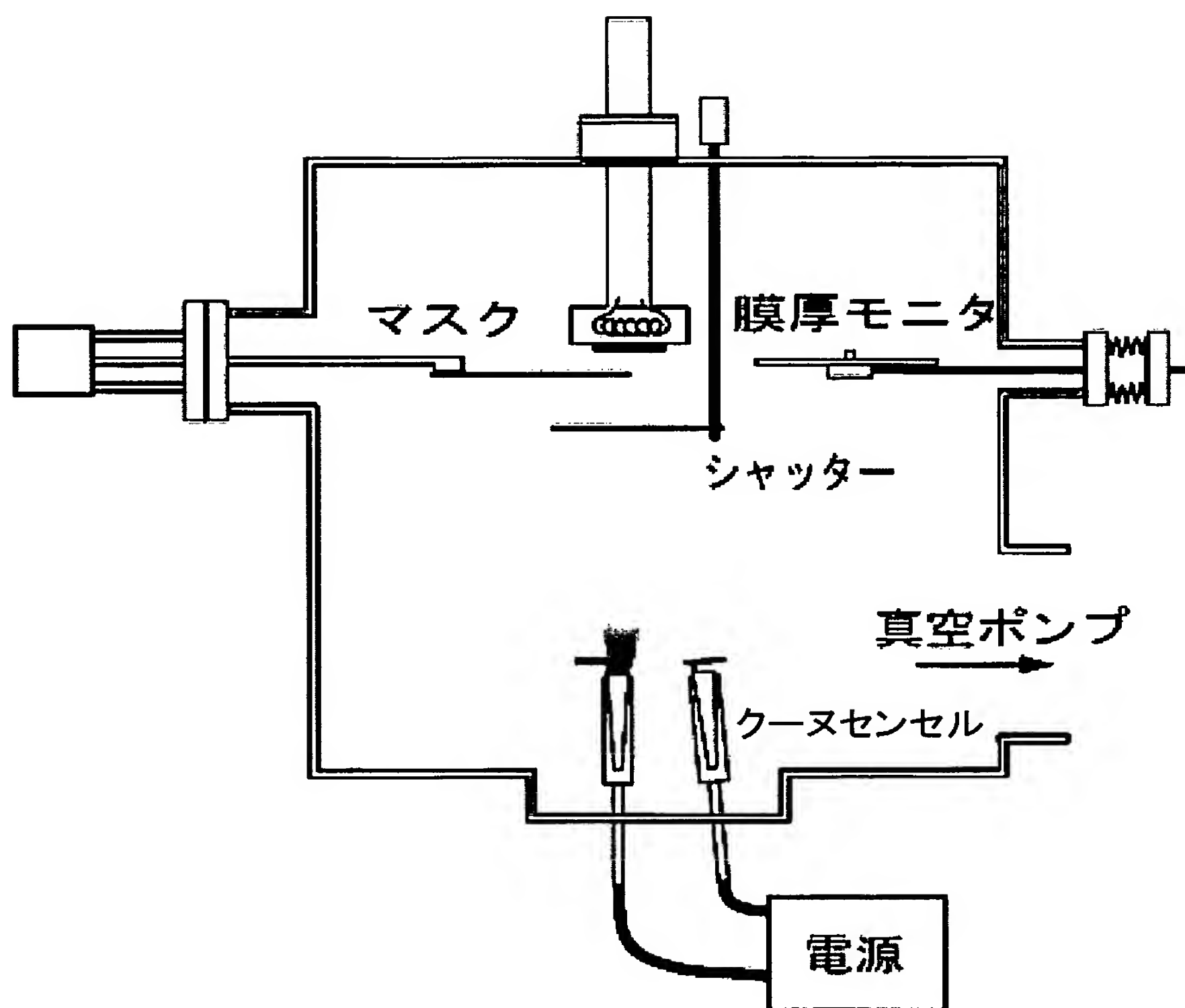


図 6

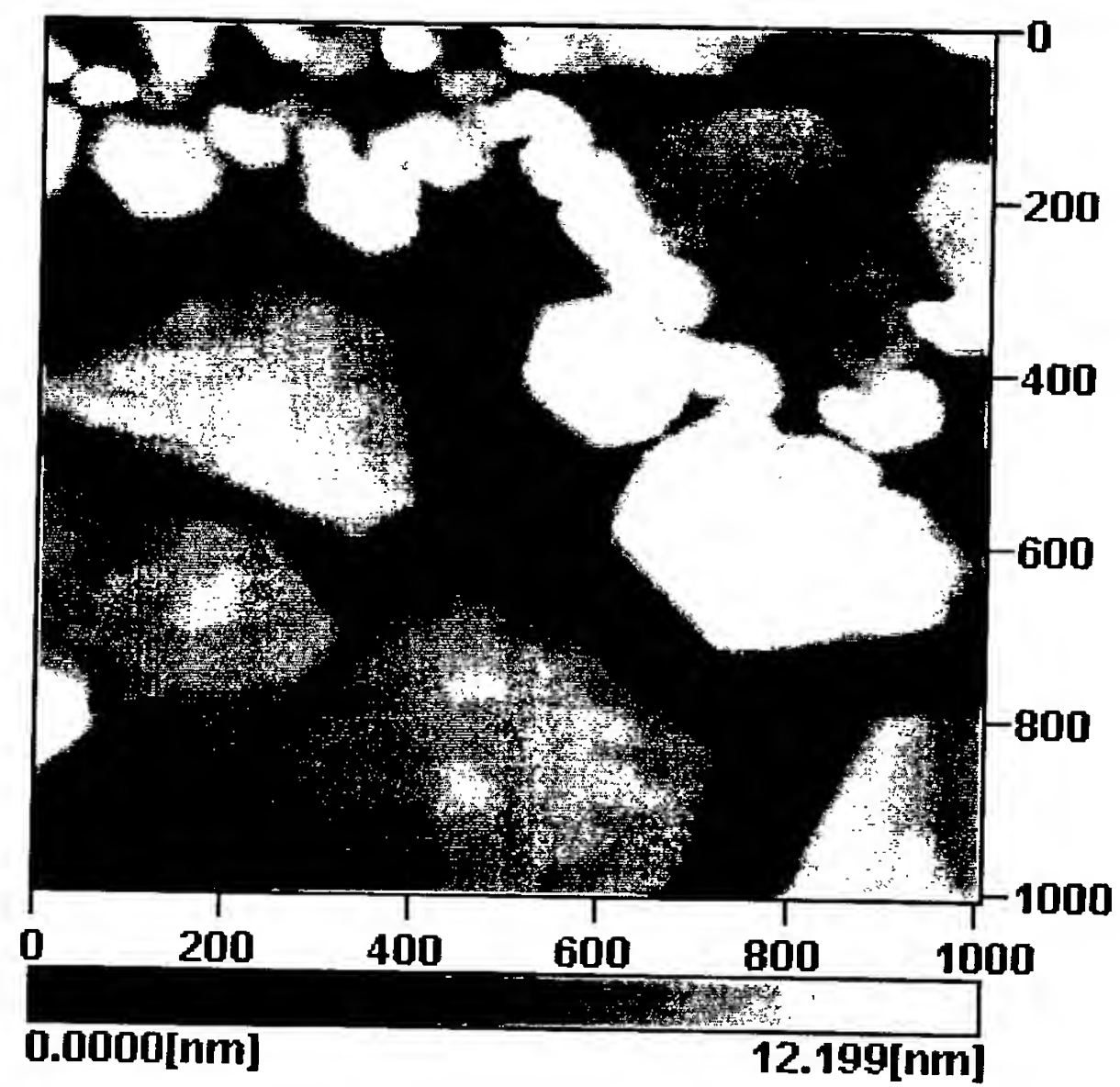
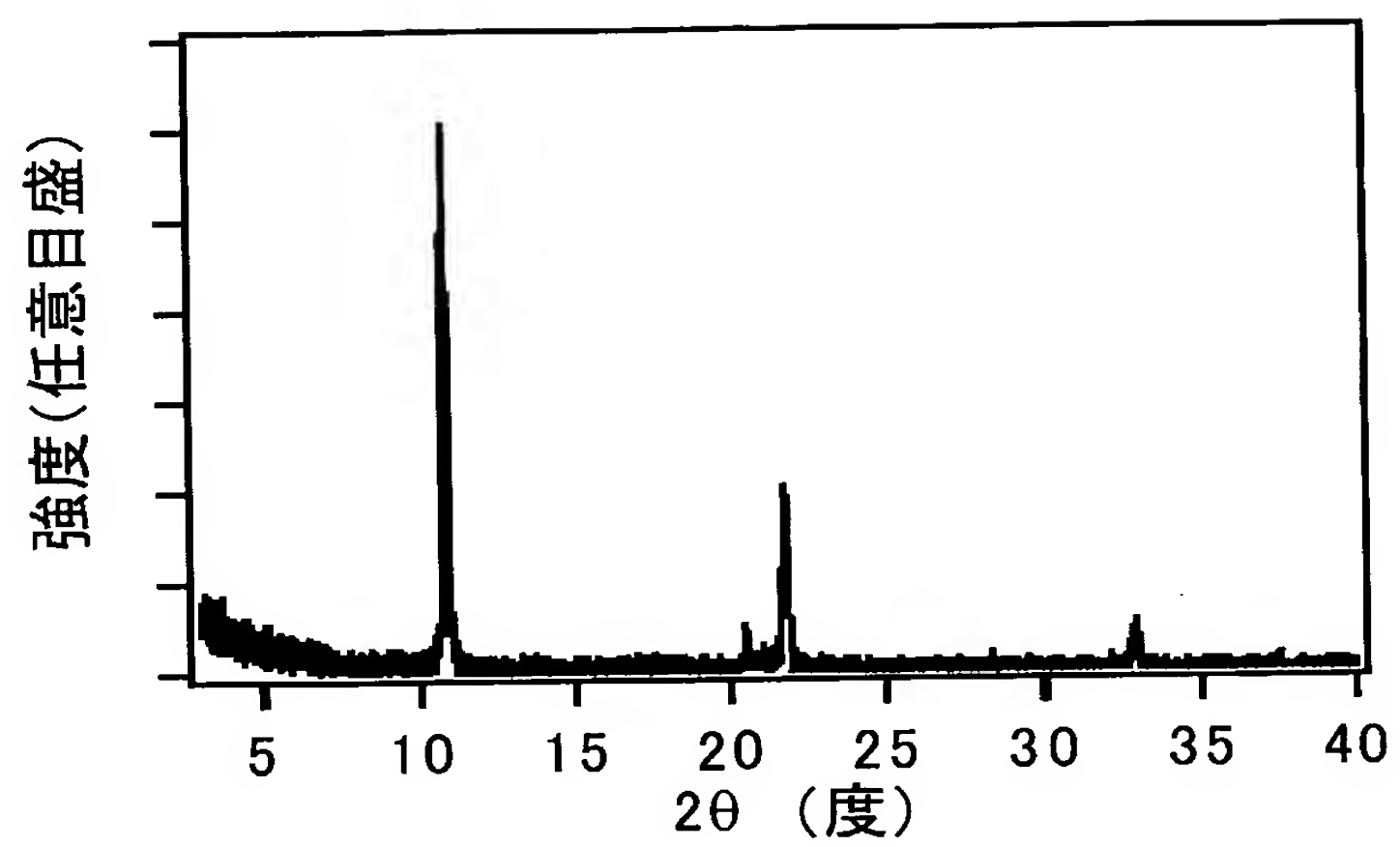


図 7

(A)



(B)

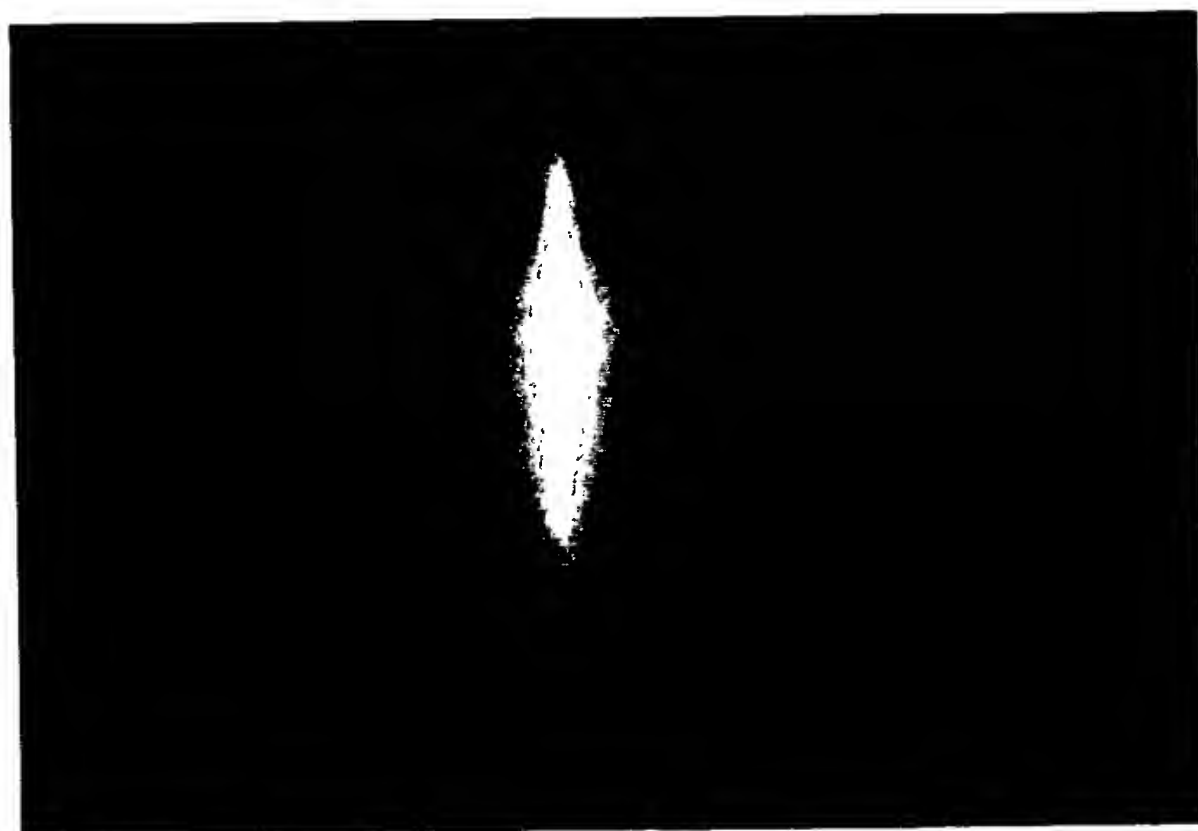


図 8

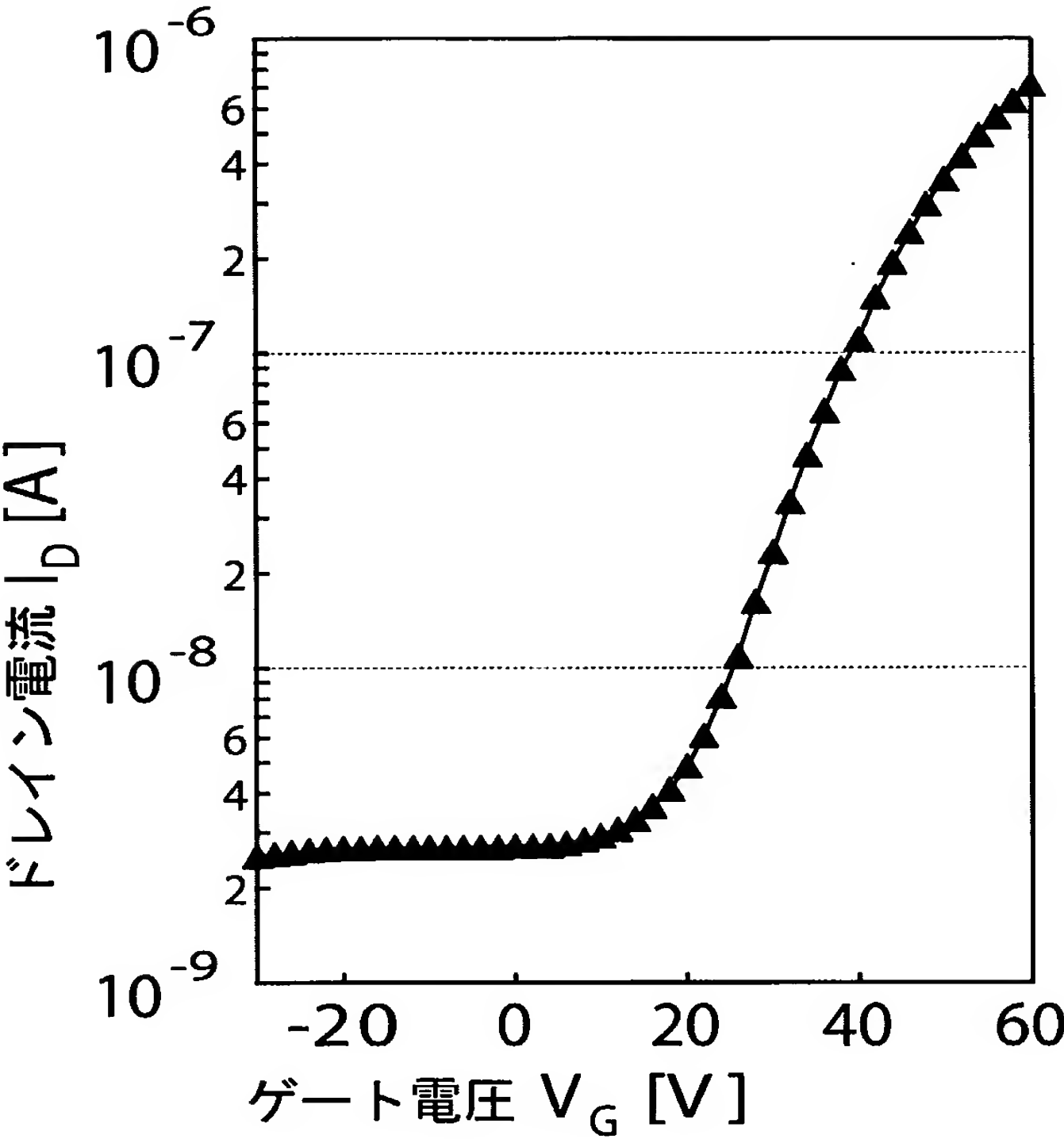


図 9

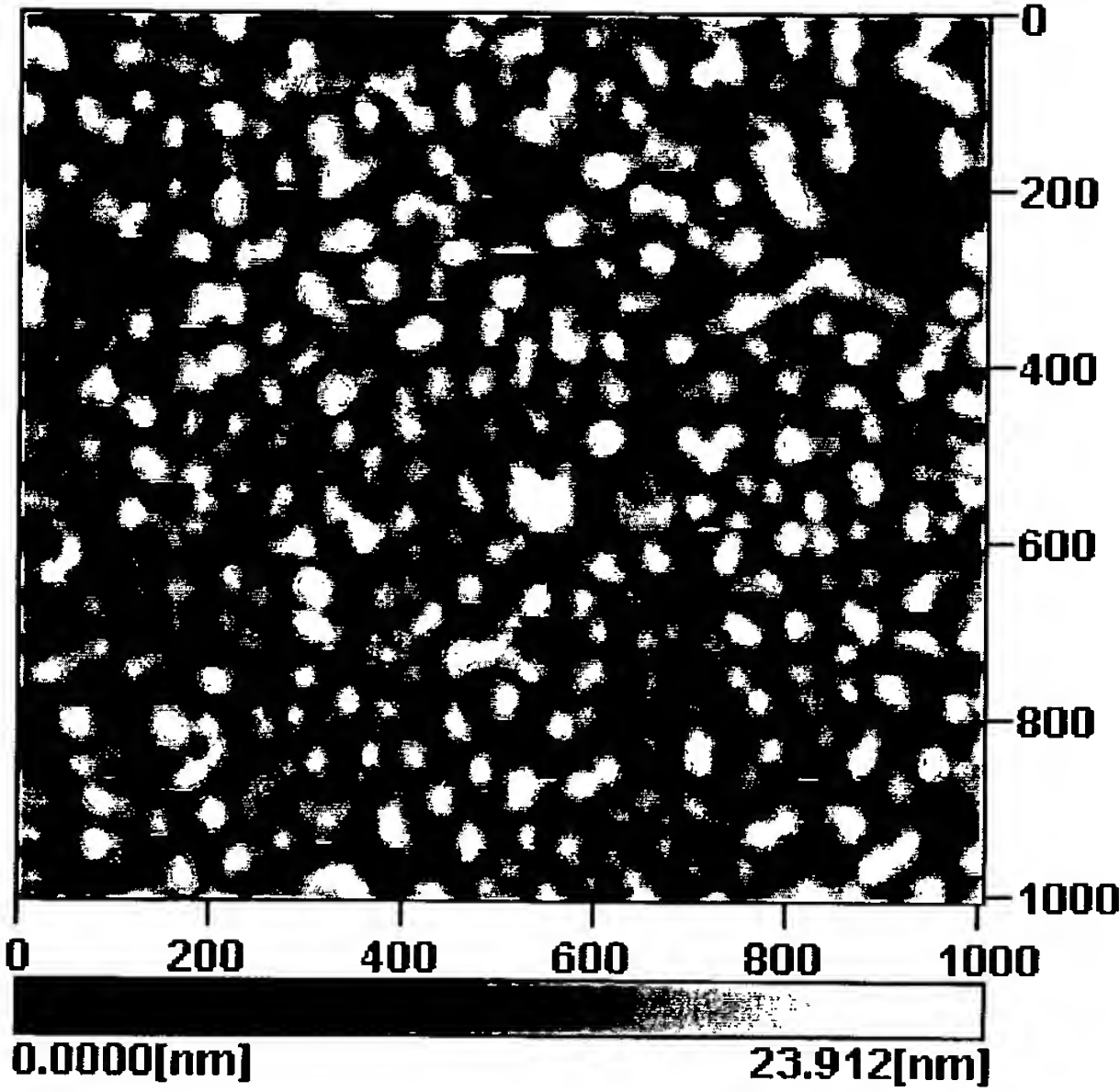


図 10

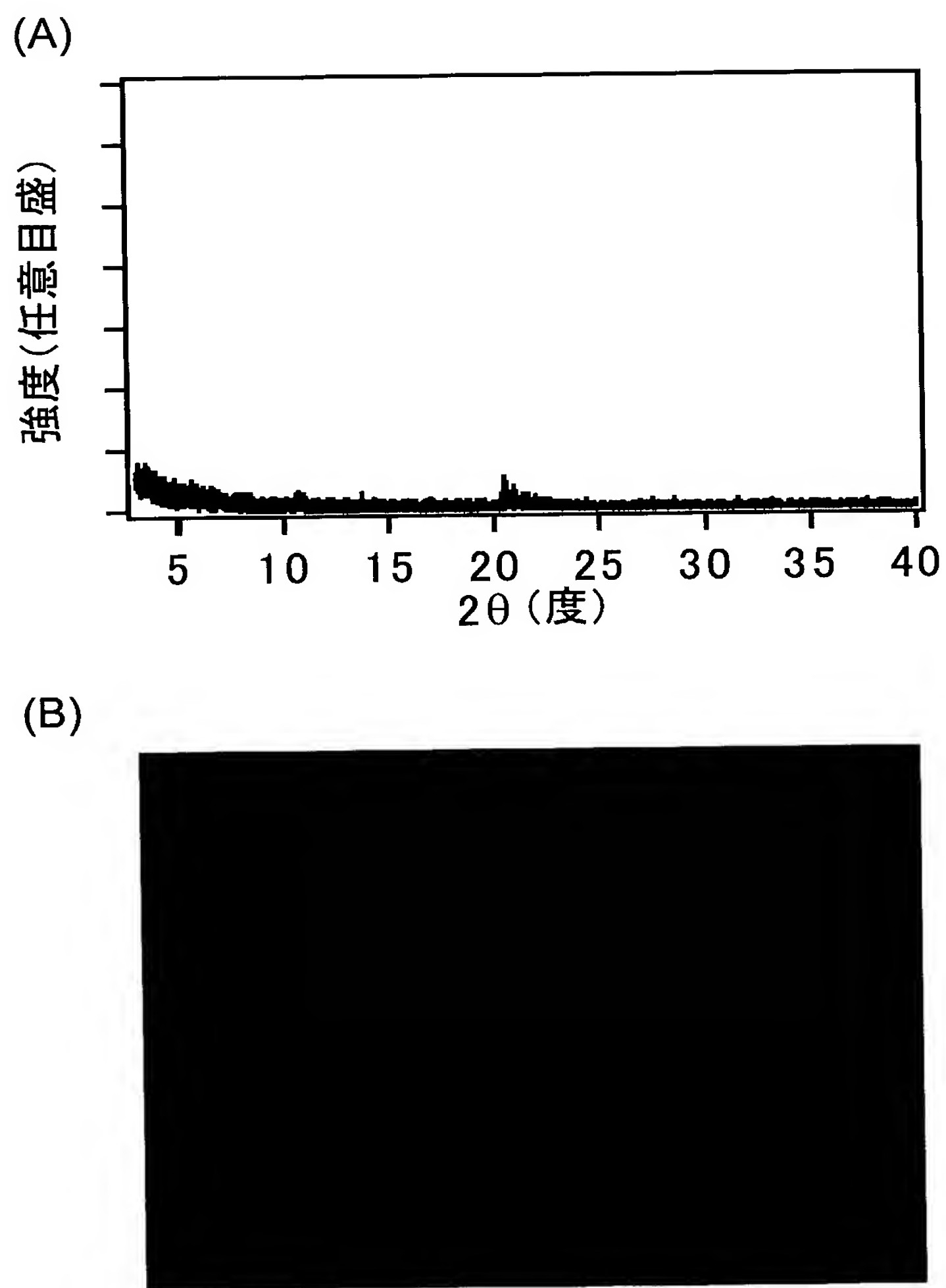


図 1 1

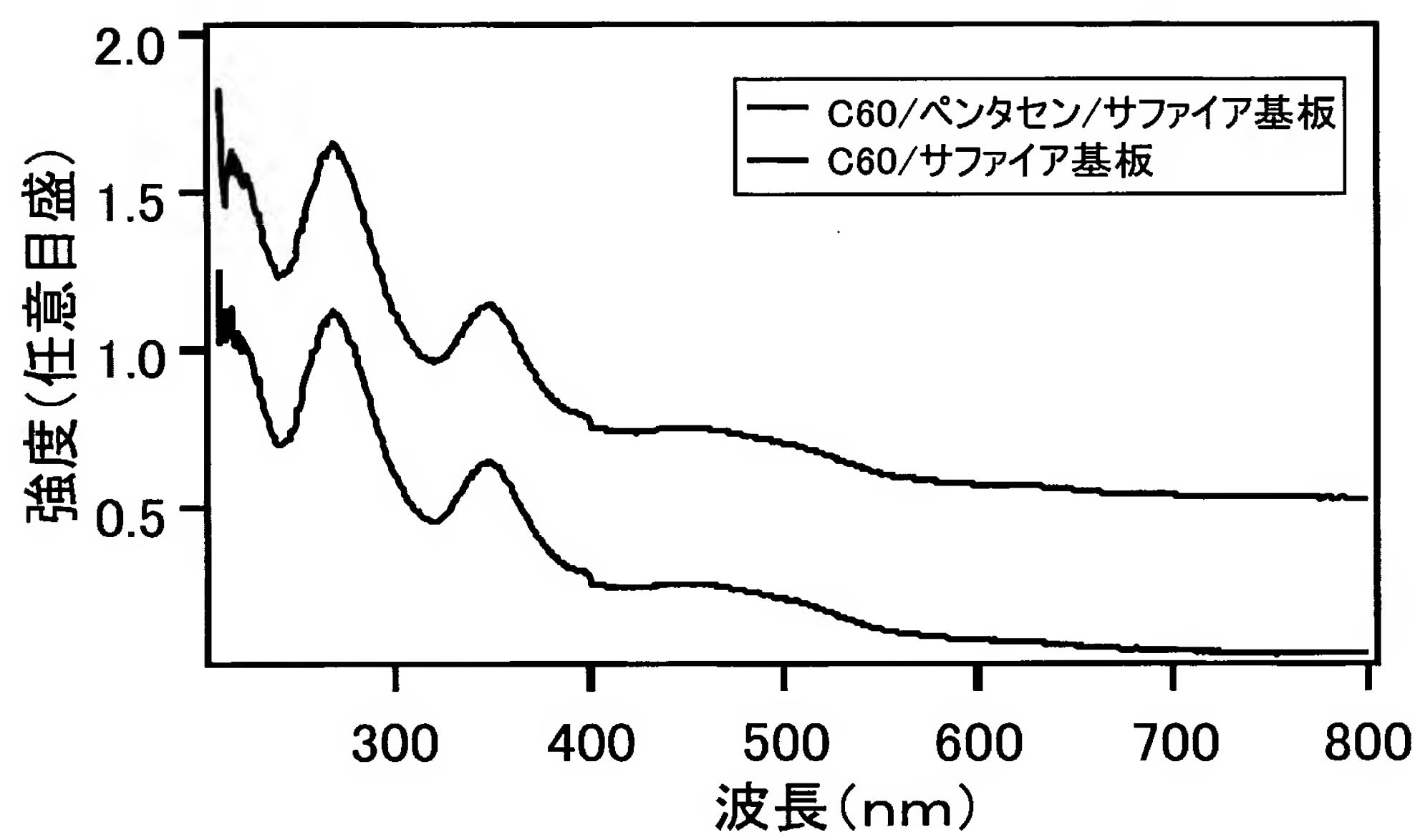


図 1 2

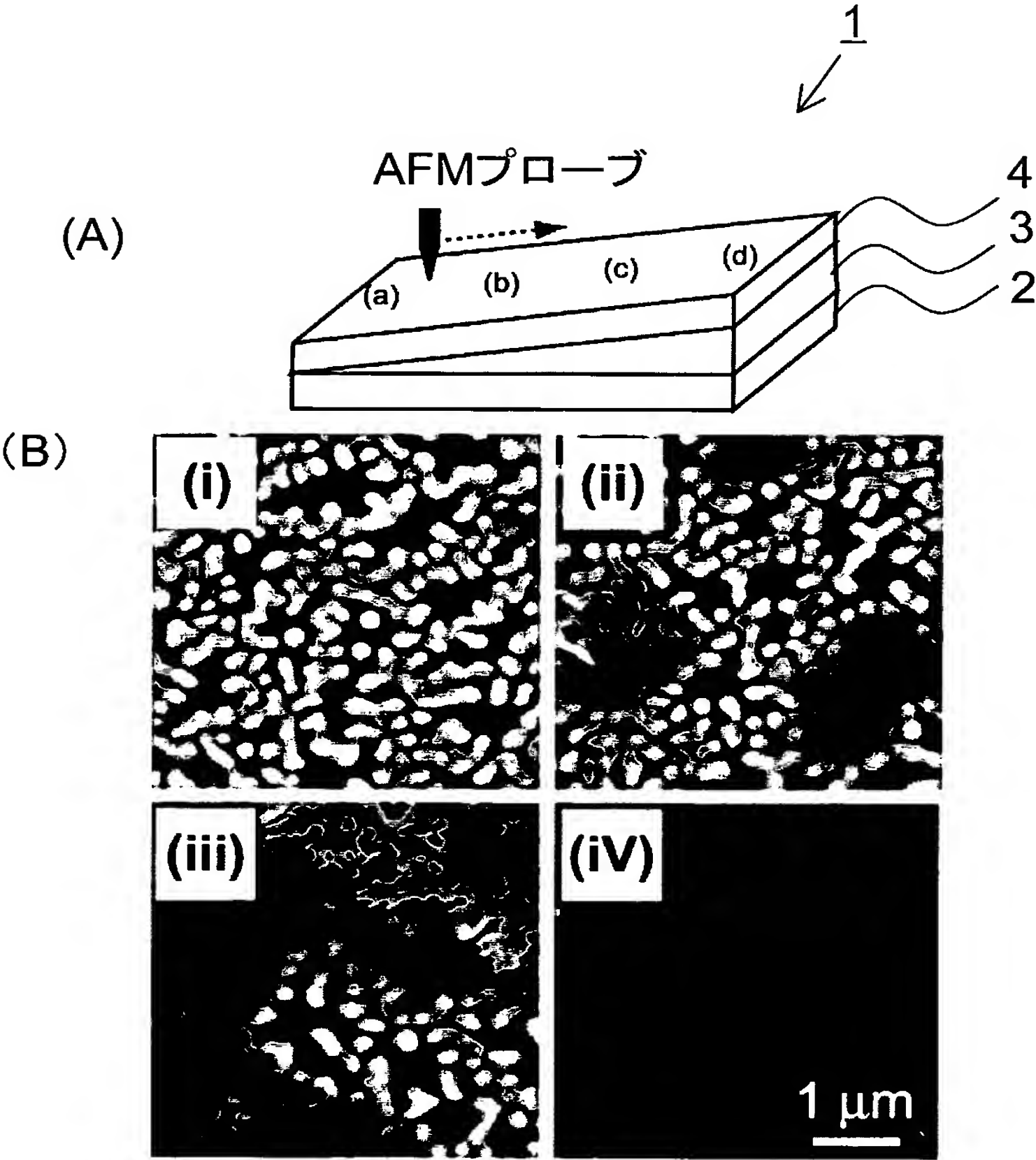


図 1 3

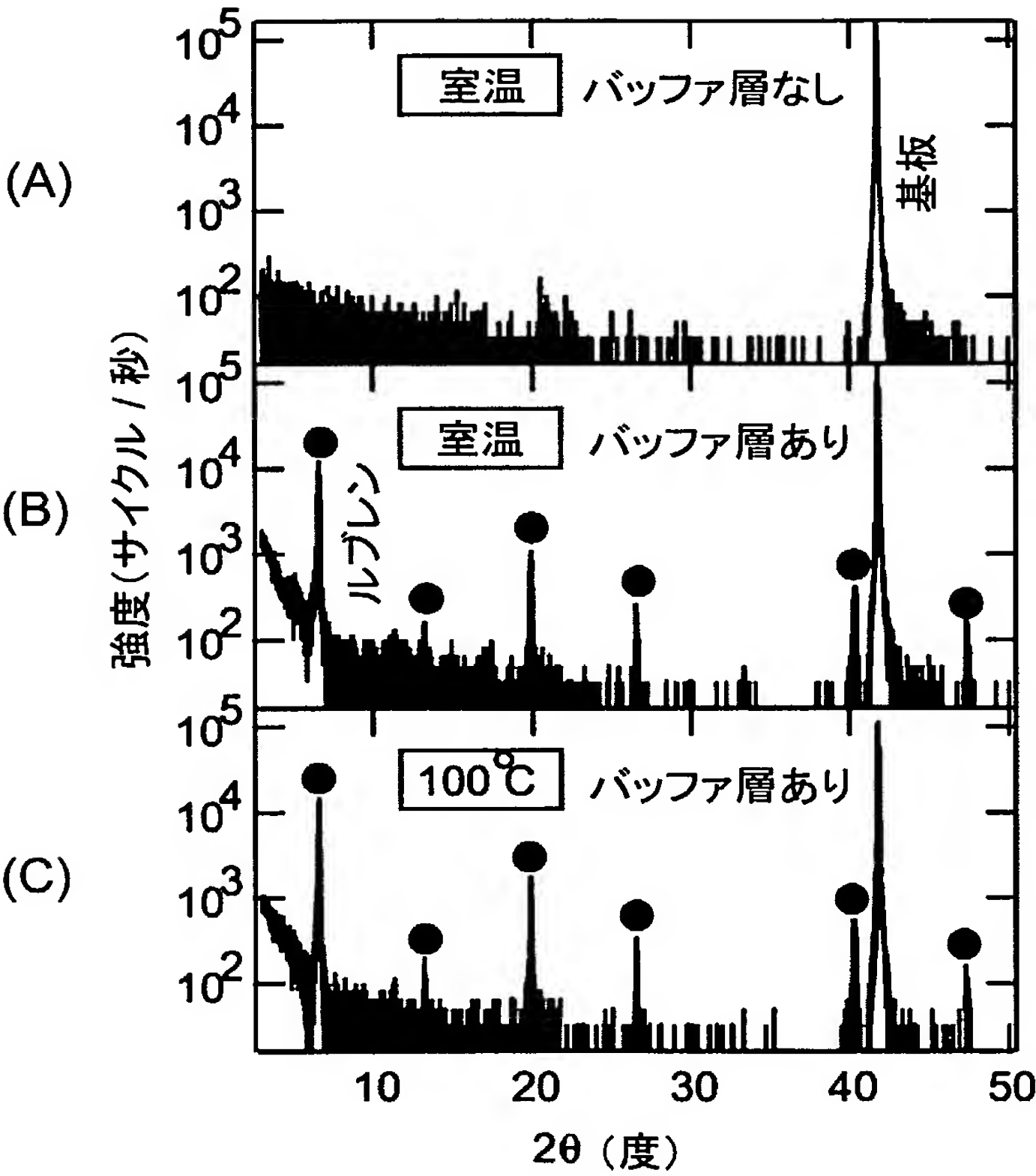


図 1 4

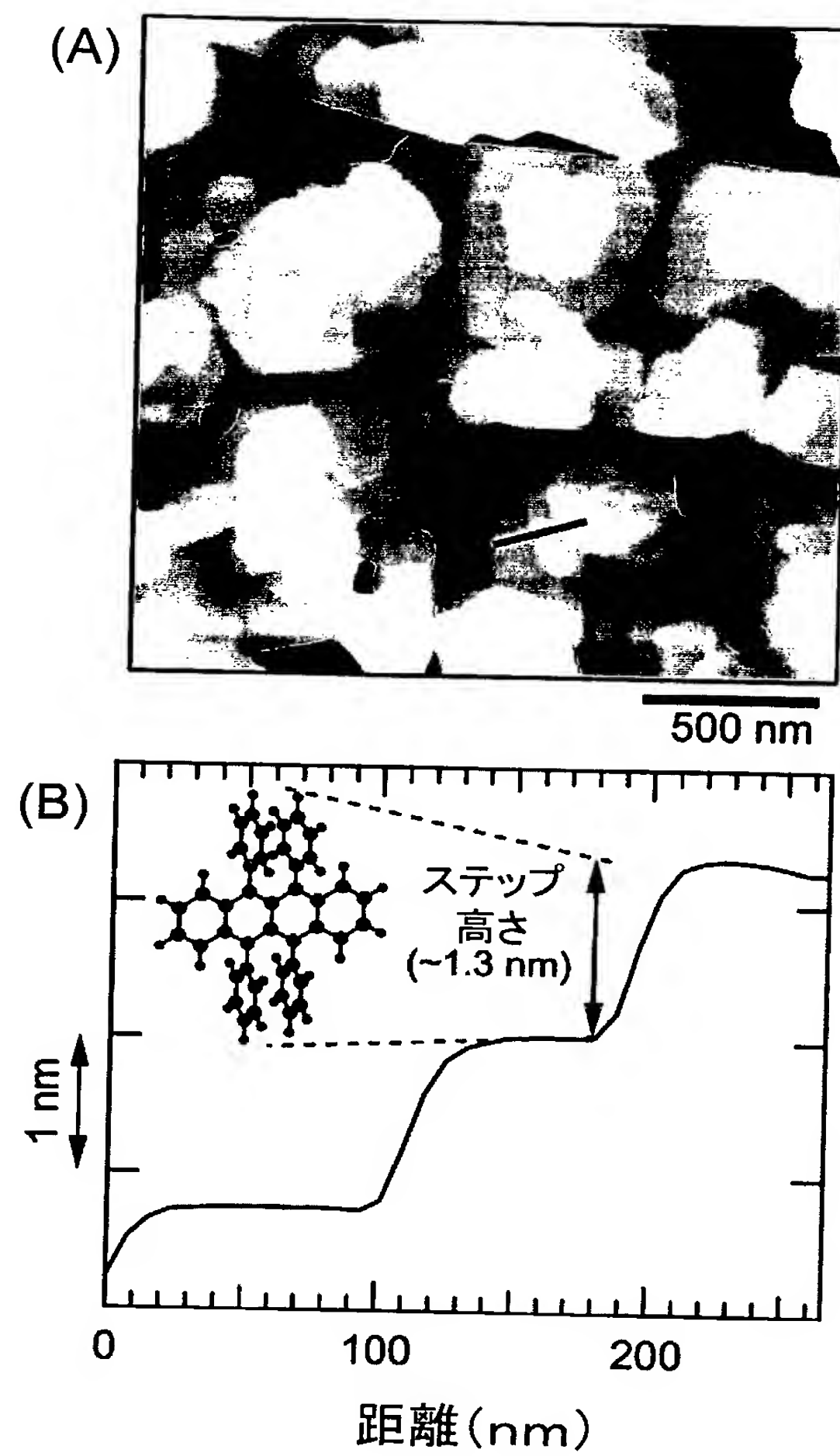


図 1 5

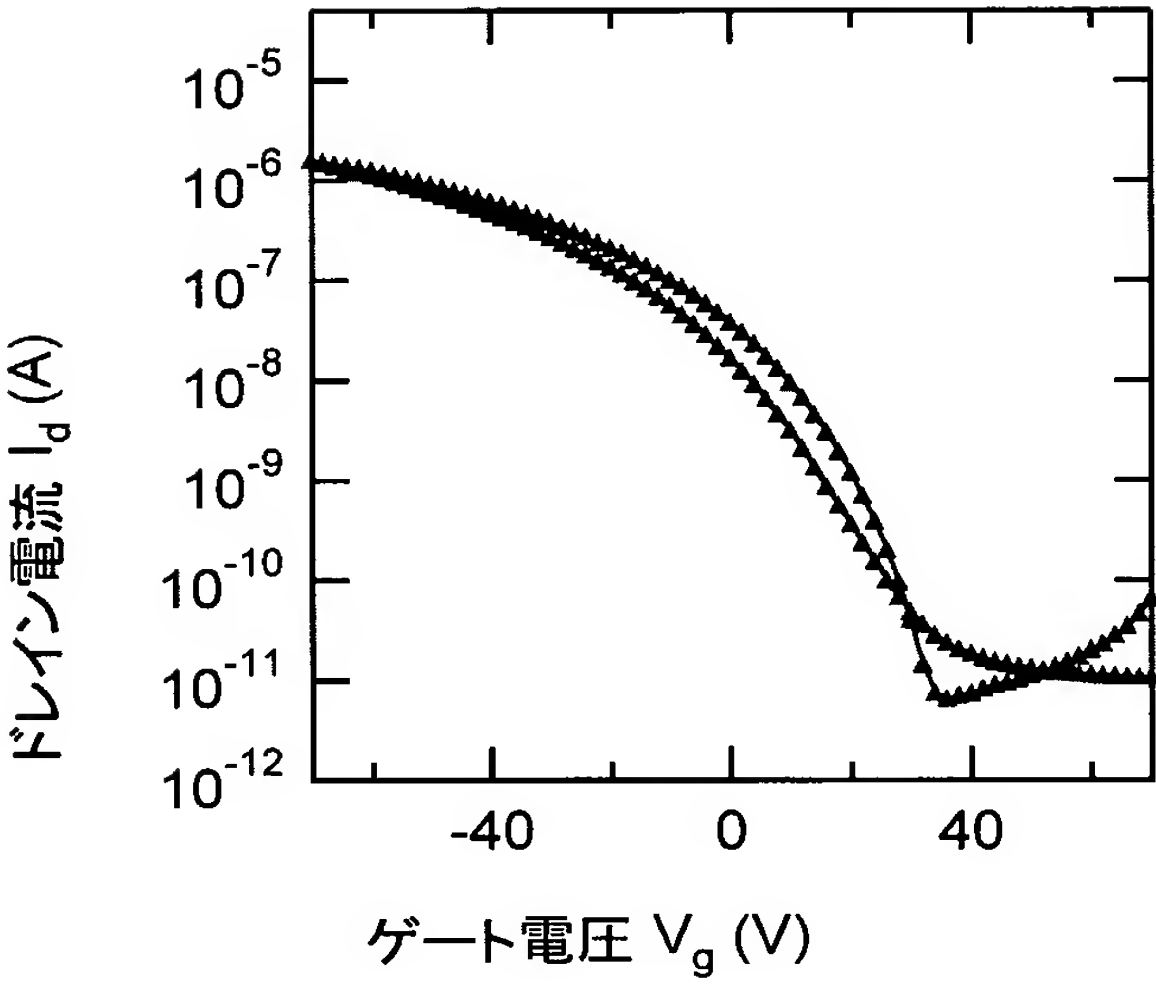


図 1 6

(A)



(B)

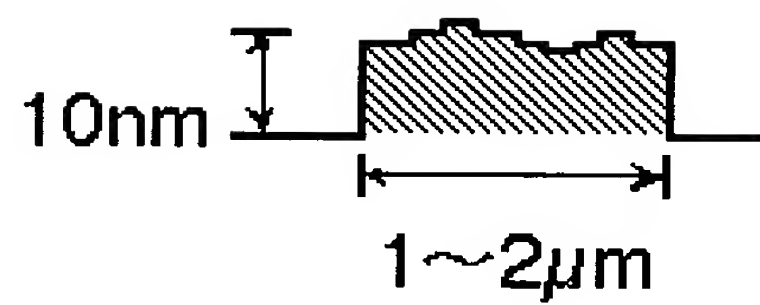
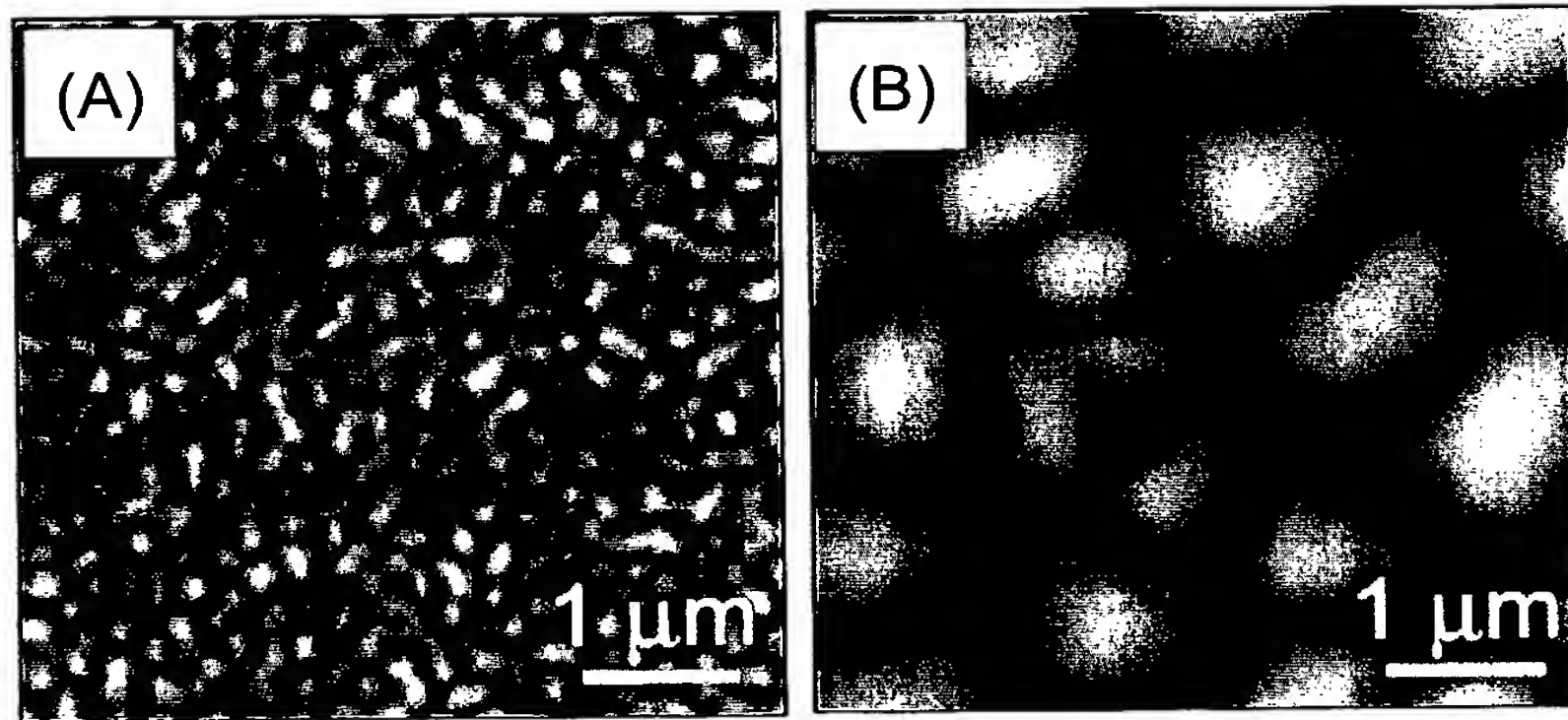


図 17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/006199

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H01L29/786, 51/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ H01L29/786, 51/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 09-232589 A (Motorola, Inc.), 05 September, 1997 (05.09.97), & US 6326640 B1 & EP 0786820 A2	1-20
X	JP 2003-324202 A (Konica Minolta Holdings Kabushiki Kaisha), 14 November, 2003 (14.11.03), & US 2003/0160235 A1 & EP 001341241 A2	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 June, 2005 (15.06.05)

Date of mailing of the international search report
05 July, 2005 (05.07.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01L29/786, 51/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01L29/786, 51/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 09-232589 A (モトローラ・インコーポレイテッド) 1997.09.05 & US 6326640 B1 & EP 0786820 A2	1-20
X	JP 2003-324202 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2003.11.14 & US 2003/0160235 A1 & EP 001341241 A2	1-20

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.06.2005

国際調査報告の発送日

05.7.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

宮崎 園子

電話番号 03-3581-1101 内線 3498

4 L

9277